



TECHNIQUES CHIRURGICALES

**Orthopédie-
traumatologie**

de l'enfant

Orthopédie pédiatrique Rachis et thorax

Christian Morin
Jérôme Sales de Gauzy
Jean-Luc Jouve

Orthopédie pédiatrique

Rachis et thorax

Chez le même éditeur

Orthopédie pédiatrique - Membre inférieur et bassin, par H. Carlioz, R. Kohler, 2005, 368 pages.

Orthopédie pédiatrique - Membre supérieur, par P. Journeau, J. Cottalorda, 2009, 272 pages.

Autres ouvrages :

Manuel des voies d'abord en chirurgie orthopédique et traumatologique, 2^e édition, par F. Dubrana, D. Le Nen, F.-X. Gunepin, C. Lefèvre, 2014, 168 pages.

Manuel pratique de chirurgie orthopédique, par B. Jolles-Haeberli, 2013, 624 pages.

Chirurgie orthopédique – Principes et généralités, par A.-C. Masquelet, 2004, 432 pages.

Orthopédie pédiatrique

Rachis et thorax

Sous la direction de Christian Morin,
Jérôme Sales de Gauzy et Jean-Luc Jouve

Préface de Rémi Kohler

Dessins de Cyrille Martinet

Elsevier Masson



Ce logo a pour objet d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, tout particulièrement dans le domaine universitaire, le développement massif du « photo-copillage ». Cette pratique qui s'est généralisée, notamment dans les établissements d'enseignement, provoque une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que la reproduction et la vente sans autorisation, ainsi que le recel, sont passibles de poursuites. Les demandes d'autorisation de photocopier doivent être adressées à l'éditeur ou au Centre français d'exploitation du droit de copie : 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris. Tél. 01 44 07 47 70.

Illustrations : Cyrille Martinet

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (art. L. 122-4, L. 122-5 et L. 335-2 du Code de la propriété intellectuelle).

© 2016, Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés

ISBN : 978-2-294-74717-5

e-ISBN : 978-2-294-74951-3

Elsevier Masson SAS, 62, rue Camille-Desmoulins, 92442 Issy-les-Moulineaux cedex

www.elsevier-masson.fr

Préface

Rédiger cette préface est un honneur; c'est aussi une joie que de saluer la parution de ce troisième et dernier ouvrage de la série « *Techniques chirurgicales en orthopédie pédiatrique* ». Après les volumes consacrés au membre inférieur et au bassin (2005), puis au membre supérieur (2009), voici donc en 2016 le « *Rachis de l'enfant* ». Il s'est fait désirer... mais le résultat est à la hauteur de notre attente, achevant superbement ce triptyque pédiatrique.

Il a été coordonné avec rigueur par des chirurgiens orthopédistes pédiatres éminents et surtout amoureux passionnés du rachis : Christian Morin (Berck), Jean-Luc Jouve (Marseille), Jérôme Sales de Gauzy (Toulouse). Tous les 3 ont voulu faire partager leur expérience acquise au cours de ces quelques 25 dernières années, marquées par des progrès spectaculaires (la France a d'ailleurs exercé un rôle majeur dans cette révolution technique et conceptuelle). Un « sommaire » alléchant, qui reflète ces avancées, couvre de façon quasi exhaustive les principales techniques utilisées chez l'enfant et l'adolescent. Elles sont différentes de celles en vigueur chez l'adulte, tant par les matériels utilisés que par les indications : les pathologies sont essentiellement des malformations congénitales et des déformations acquises (toutes avec un potentiel d'aggravation fréquent), différentes de celles de l'adulte, souvent dégénératives. La prise en compte du facteur croissance est essentielle : une indication tardive verra se constituer des déformations sévères partiellement réversibles; précoce, un remodelage pourra au contraire jouer dans un sens favorable, avec une restauration quasi complète de la morphologie du rachis et surtout de son équilibre frontal et sagittal, gage de bonne tolérance à l'âge adulte; c'est ce que permettent maintenant les techniques qui sont décrites dans les chapitres qui suivent.

À côté des techniques chirurgicales proprement dites — pour le rachis, mais aussi pour le thorax qui ne peut en être dissocié —, une large place est faite aux traitements orthopédiques (plâtres, corsets, traction) qui tiennent une place si importante dans notre exercice et constituent une autre spécificité de l'enfant; d'ailleurs, le terme

« orthopédie » (étymologiquement « redressement de l'enfant ») n'est-il pas ici particulièrement approprié avec l'image de « l'arbre tors » pour symbole, et souvent assimilé au redressement du rachis ?

Pour traiter chacun de ces nombreux chapitres, les coordonnateurs ont choisi des experts au sein des deux sociétés savantes concernées : la *Société Française d'Orthopédie Pédiatrique* (SOFOP) et le *Groupe d'Étude de la Scoliose* (GES). Malgré cette diversité, on retrouve un fil conducteur dans l'esprit et la rédaction de cet ouvrage collectif au fil des techniques décrites, qui sont celles couramment utilisées aujourd'hui : validées et sûres, les étapes sont décrites avec précision, jusqu'aux suites opératoires, partie intégrante d'un geste; on progresse pas à pas, tant pour la voie d'abord que pour la mise en place des implants; les diverses ostéotomies et techniques de greffe, largement utilisées, seules ou en complément d'une instrumentation, sont également très bien décrites. Tous les pièges et les « petits trucs » si importants en chirurgie, et particulièrement celle à risque comme ici, sont mis en exergue et témoignent de l'expérience des auteurs.

La faible place attribuée aux indications est délibérée car celles-ci évoluent et sont souvent affaire d'école; de même les règles de « stratégie » et de « programmation », pour réduire une scoliose par exemple, ne sont pas détaillées car chaque cas est particulier; ce sont plus les procédures précises de pose des implants et les principes de correction (dérotation, translation...) qui sont développés. Toutefois, une bibliographie succincte permettra au lecteur de se faire une idée des indications actuelles.

Les chapitres sont illustrés au plus près du texte par un dessinateur de talent, Cyrille Martinet, déjà à l'œuvre dans les deux livres précédents. Il apparaît évident qu'un bon dessin anatomique a une force didactique supérieure à une photo opératoire, certes plus vraie, mais aussi plus difficile à comprendre. Ces très nombreuses illustrations contribuent pour une grande part à la qualité de ce livre et lui donnent son homogénéité. Saluons aussi toute l'équipe éditoriale (en particulier Peggy Lemaire qui a beaucoup plaidé pour

sa publication, et Armelle Amouroux qui en a assuré la réalisation). Enfin, bien sûr, il faut remercier et féliciter tous les auteurs qui ont contribué à cet ouvrage, à ce jour sans précédent.

Souhaitons-lui un vif succès : il va sûrement intéresser un large public de chirurgiens, qu'ils soient « juniors », en formation, ou « seniors », orthopédistes pédiatres encore

peu aguerris à la pratique rachidienne ou bien chirurgiens confirmés du rachis adulte mais peu avertis de cette spécificité pédiatrique; tant il est vrai que la chirurgie du rachis de l'enfant, comme celle des membres, n'est pas, loin de là, celle d'un adulte en miniature.

Professeur Rémi Kohler

Liste des auteurs

Abelin-Genevois K., chirurgien, service de chirurgie orthopédique, unité rachis, centre médico-chirurgical des Massues (Croix-Rouge française), Lyon.

Accadbled F., professeur des universités, praticien hospitalier, hôpital des Enfants, CHU de Toulouse.

de Bodman C., praticien hospitalier, CHU d'Angers.

Bollini G., professeur des universités, praticien hospitalier, service de chirurgie pédiatrique orthopédique, hôpital de la Timone Enfants, Marseille.

Bonnard C., professeur des universités, praticien hospitalier, université François Rabelais, hôpital pédiatrique G. de Clocheville, service de chirurgie orthopédique pédiatrique, CHU de Tours.

Bronfen C., praticien hospitalier, service de chirurgie pédiatrique, FEH, CHU de Caen Côte-de-Nacre.

Chopin D., praticien hospitalier, pôle neurosciences et appareil locomoteur, unité rachis neuro-orthopédique, CHU de Lille.

Choufani E., praticien hospitalier, service de chirurgie pédiatrique orthopédique, hôpital de la Timone Enfants, Marseille.

Clément J.-L., praticien hospitalier, chef de service, service d'orthopédie pédiatrique et chirurgie des scolioses, hôpitaux pédiatriques de Nice, CHU Lenval.

Cunin V., praticien hospitalier, service de chirurgie orthopédique pédiatrique, hôpital universitaire Femme-Mère-Enfant de Lyon.

Dubory A., chef de clinique, service de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'enfant, hôpital Armand Trousseau, Paris.

Durbec Vinay A., assistant spécialiste, service d'orthopédie pédiatrique, hôpital de la Timone Enfants, Marseille.

Garin C., praticien hospitalier, service de chirurgie orthopédique pédiatrique, hôpital universitaire Femme-Mère-Enfant de Lyon.

Ghanem I., professeur de chirurgie orthopédique et traumatologie, chirurgie orthopédique pédiatrique, université Saint-Joseph, hôpital Hôtel-Dieu de France, Beyrouth, Liban.

Glorion C., professeur des universités, praticien hospitalier, chef de service, service d'orthopédie et traumatologie pédiatrique, hôpital Necker Enfants malades, Paris.

Hamel A., professeur des universités, praticien hospitalier, laboratoire d'anatomie, faculté de médecine, université de Nantes, service de chirurgie infantile, CHU de Nantes.

Ibnoulkhatib A., chef de clinique, assistant des hôpitaux, hôpital des Enfants, CHU de Toulouse.

Ilharreborde B., professeur des universités, praticien hospitalier, service de chirurgie orthopédique infantile, hôpital Robert Debré, université Paris Diderot.

Journeau P., professeur des universités, praticien hospitalier, service d'orthopédie pédiatrique, hôpital d'Enfants, CHU de Nancy.

Jouve J.-L., professeur des universités, praticien hospitalier, service de chirurgie pédiatrique orthopédique, hôpital de la Timone Enfants, Marseille.

Kabbaj R., praticien hospitalier, service de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'enfant, hôpital Armand Trousseau, Paris.

Kohler R., professeur honoraire des universités, ancien chef du service d'orthopédie pédiatrique de l'hôpital Femme-Mère-Enfant de Lyon.

Lascombes P., professeur des universités, praticien hospitalier, service d'orthopédie pédiatrique – université de Genève, Centre universitaire romand de chirurgie pédiatrique, Genève.

Lavrand F., praticien hospitalier, chirurgie viscérale/chirurgie thoracique et oncologique, service de chirurgie infantile, groupe hospitalier Pellegrin – hôpital des Enfants, Bordeaux.

Launay F., professeur des universités, praticien hospitalier, hôpital de la Timone Enfants, Marseille.

Lechevallier J., professeur des universités, praticien hospitalier, CHU de Rouen, clinique chirurgicale infantile, Rouen.

Lefevre Y., praticien hospitalier, service de chirurgie infantile, groupe hospitalier Pellegrin – hôpital des Enfants, Bordeaux.

Leroux J., professeur des universités, praticien hospitalier, CHU de Rouen, clinique chirurgicale infantile, Rouen.

Lucas G., assistant chef de clinique, service de chirurgie pédiatrique, hôpital Sud, CHU de Rennes.

Mansour E., praticien hospitalier, chirurgie orthopédique et traumatologie, université Saint-Joseph, hôpital Hôtel-Dieu de France, Beyrouth, Liban.

Mary P., praticien hospitalier, service de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'enfant, hôpital Armand-Trousseau, Paris.

Mazda K., professeur des universités, praticien hospitalier, service de chirurgie orthopédique infantile, hôpital Robert Debré, université Paris Diderot.

Miladi L., praticien hospitalier, service d'orthopédie pédiatrique, hôpital Necker Enfants malades, Paris.

Morin C., chirurgien, chef de service d'orthopédie pédiatrique, Institut Calot, Berck-sur-Mer.

Obeid I., praticien hospitalier, unité de pathologie rachidienne, centre hospitalier Pellegrin-Tripode, Bordeaux.

Odent T., professeur des universités, praticien hospitalier, hôpital pédiatrique G. de Clocheville, service de chirurgie orthopédique pédiatrique, CHU de Tours.

Parent H.-F., chirurgien, Centre du rachis, Angers.

Peltier E., chef de clinique des universités, assistante des hôpitaux, service de chirurgie pédiatrique orthopédique, hôpital de la Timone Enfants, Marseille.

Pesenti S., chef de clinique des universités, assistante des hôpitaux, service de chirurgie pédiatrique orthopédique, hôpital de la Timone Enfants, Marseille.

Polirsztok E., chef de clinique des universités, assistante des hôpitaux, service d'orthopédie pédiatrique, hôpital d'Enfants, CHU de Nancy.

Rachkidi R., praticien hospitalier, université Saint-Joseph, hôpital Hôtel-Dieu de France, Beyrouth, Liban.

Roussouly P., chirurgien, service de chirurgie orthopédique, unité rachis, centre médico-chirurgical des Massues (Croix-Rouge française), Lyon.

Sales de Gauzy J., professeur des universités, praticien hospitalier, hôpital des Enfants, CHU de Toulouse.

Steib J.-P., professeur des universités, praticien hospitalier, service de chirurgie du rachis, hôpitaux universitaires de Strasbourg.

Tassin J.-L., praticien hospitalier attaché, service d'orthopédie pédiatrique, hôpital d'Enfants, CHU de Nancy.

Vialle R., professeur des universités, praticien hospitalier, service de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'enfant, hôpital Armand Trousseau, Paris.

Violas P., professeur des universités, praticien hospitalier, service de chirurgie pédiatrique, hôpital Sud, CHU de Rennes.

Wilde J.C.H., praticien hospitalier, service de chirurgie pédiatrique – université de Genève, Centre universitaire romand de chirurgie pédiatrique, Genève.

Abréviations

ALIP	arthrodèse lombaire intersomatique par voie postérieure	MMC	myéломéningocèle
AMM	autorisation de mise sur le marché	OTP	ostéotomie transpédiculaire
BMP	<i>bone morphogenetic protein</i>	PCA	<i>patient controlled analgesia</i>
CD	(instrumentation) Cotrel-Dubousset	PEEK	<i>polyetheretherketone</i>
CFAO	confection fabrication assistée par ordinateur	PEM	potentiels évoqués moteurs
CAD/CAM	<i>computer aided designed/computer aided manufacturing</i>	PES	potentiels évoqués somesthésiques
CCD	<i>charge-couple device</i>	PLIF	<i>posterior lumbar interbody fusion</i>
CIS	cintrage <i>in situ</i>	PT	pédiculo-transversaire
CP	crochet pédiculaire	RVS	résection vertébrale segmentaire
DRC	dystrophie rachidienne de croissance	SCM	sterno-cléido-mastoïdien
DTT	dispositif de traction transversale	SPL	spondylolisthésis
EDF	élongation–dérotation–flexion	ST2R	<i>simultaneous translation on 2 rods</i>
EMG	électromyographie	TA	tension artérielle
HV	hémivertèbre	TDM	tomodensitométrie
IRM	imagerie par résonance magnétique	TL	thoraco-lombaire
LCR	liquide céphalo-rachidien	VCR	<i>vertebral column resection</i>
LSL	lien sous-lamaire	VEPTR®	<i>vertical expendable prosthesis titanium rib</i>
		VL	vertèbre limite
		VP	vis pédiculaire

Confection d'un corset plâtré pour correction d'une scoliose ou d'une hypercyphose

C. Morin

PLAN DU CHAPITRE

Technique du plâtre « standard » pour scoliose

Principe	4
Préparation de l'enfant	4
Bilan avant plâtre	4
Prémédication	4
Jersey	4
Feutres de protection	4
Chambres d'expansion	4
Préparation des lés plâtrés	4
Mise en place du patient dans le cadre de Cotrel	4
Élongation	4

Confection du plâtre	5
Mise en place des bandes de correction	5
Mise en action des bandes	6
Découpe du plâtre	6
En avant	6
En arrière	6
Suivi du plâtre	6
Technique du plâtre « standard » pour hypercyphose	7
Plâtre avec appui occipito-mentonnier	8
Corset d'élongation	8
Surveillance du plâtre	9

Technique du plâtre « standard » pour scoliose

Principe

« Détordre » la ou les courbures scoliotiques sous « élévation » en y associant éventuellement de la « flexion » : c'est alors le classique plâtre EDF (élévation–dérotation–flexion).

Préparation de l'enfant

Bilan avant plâtre

Une imagerie par résonance magnétique (IRM) est demandée pour toute scoliose à début précoce (infantile ou juvénile), mais on attend habituellement l'âge où elle peut être effectuée sans anesthésie générale (en général 3 ans).

Prémédication

Une légère prémédication est suffisante dans la majorité des cas, le recours à l'anesthésie générale étant rare dans notre expérience.

Jersey

L'enfant est muni de deux maillots en jersey, coutures dirigées vers l'extérieur, ajustés aussi bien que possible.

Feutres de protection

Placés entre les jerseys, ils protègent les reliefs osseux sensibles (gibbosités angulaires).

Chambres d'expansion

Elles seront créées par la mise en place de pansements américains disposés entre peau et jersey (région épigastrique, dépression costale concave) et retirés, après dessiccation du plâtre.

Préparation des lés plâtrés

Nous utilisons des attelles au nombre de six, trois antérieures et trois postérieures, en trois épaisseurs, découpées selon un patron (fig.1.1).

Mise en place du patient dans le cadre de Cotrel

L'enfant est allongé sur le hamac (fig.1.2 : 1), les fesses reposant sur une barre coulissante (2). Des sangles de suspension (3) passées autour des chevilles permettent de régler



Fig. 1.1

Patron de découpe du plâtre avec l'encolure et les deux emmanchures.

Leur largeur sera calculée de façon à ce qu'elles se superposent latéralement, alors qu'en hauteur une certaine latitude est permise grâce à l'encolure que l'on peut agrandir à la demande.

le degré de lordose lombaire en fléchissant plus ou moins les membres inférieurs. Les deux bandes de traction pelvienne (4) se croisent en avant et en arrière sur la ligne médiane en étant suffisamment obliques pour se croiser au niveau de la symphyse pubienne. Les deux chefs de chaque sangle pelvienne se réunissent à hauteur des grands trochanters de façon rigoureusement symétrique, puis sont enserrés dans les mâchoires (5) de courroies en cuir (6) reliées au mécanisme de traction. La sangle occipito-mentonnière (7) peut être en cuir ou en toile, sans comprimer ni les oreilles ni la trachée. Son orientation est de 40° sur l'horizontale pour répartir harmonieusement les pressions sur le menton et l'occiput.

La position des bras doit être réglée en fonction de l'asymétrie scapulaire (fig.1.3 : 8 et 9). Dans le cas habituel où l'épaule est abaissée du côté de la concavité, le coude fléchi du côté convexe repose sur la barre parallèle au corps du patient (8), le bras étant en abduction de 90°, alors que du côté concave la main va agripper la poignée réglable (9) de telle façon que le bras soit en abduction de 90° et en anté-pulsion de 45°. Dans tous les autres cas, les deux coudes fléchis reposent sur les barres.

Élongation

Elle se fait progressivement en tendant les bandes pelviennes, de façon modérée, éventuellement contrôlée par un dynamomètre; elle est toujours inférieure à la moitié du poids du corps.

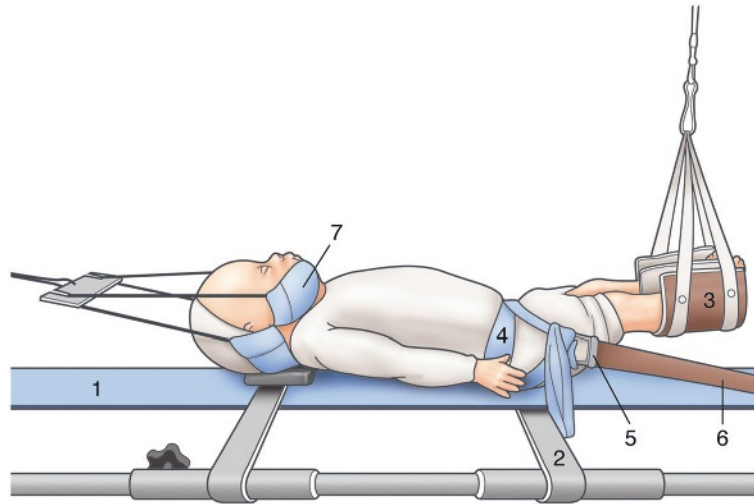


Fig. 1.2

Installation dans le cadre.

1 : hamac; 2 : barre coulissante; 3 : sangles de suspension; 4 : bandes de traction pelvienne; 5 : mâchoires; 6 : courroies en cuir; 7 : sangle occipito-mentonnaire.

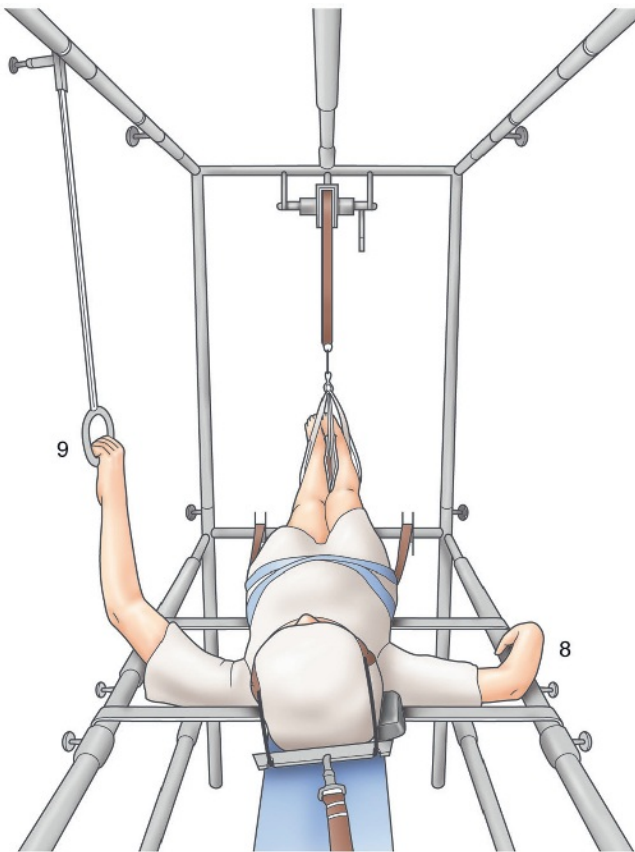


Fig. 1.3

Installation dans le cadre (scoliose dorsale droite).

8 : barre parallèle au corps du patient; 9 : poignée réglable. Le bras droit (convexe) est en abduction de 90°, le bras gauche (concave) en abduction de 90° et antépulsion de 45°.

Confection du plâtre

Les lés plâtrés sont placés alternativement sur la face postérieure et antérieure du tronc, soigneusement appliqués, surtout en arrière dans la région du rachis lombaire et au niveau des triangles ilio-lombaires.

On n'a plus alors qu'un temps très court avant la prise du plâtre pour mettre en place les bandes de correction.

Mise en place des bandes de correction

Bandes de dérotation à deux chefs

Destinées à dérouter la colonne scoliotique par appui d'arrière en avant sur la gibbosité, elles sont choisies suffisamment larges pour envelopper les gibbosités en totalité. Dans le cas d'une scoliose thoracique (fig.1.4), pour éviter une pression latérale nocive sur le thorax, la bande de dérotation après s'être réfléchi sur la gibbosité doit s'écarter du tronc. En cas de double courbure (fig.1.5), on ajoutera une bande lombaire plus étroite, au-dessus de la crête iliaque.

Bandes de fixation scapulaire à trois chefs

Elles servent à : prévenir la propulsion de l'épaule convexe en avant lors de la mise en tension de la bande de dérotation thoracique (chef horizontal supérieur); corriger la rétropulsion de l'épaule concave (chef oblique); réaliser un véritable *bending convexe* en translatant la partie supérieure du tronc (chefs horizontaux inférieur et supérieur).

Elle doit être placée le plus haut possible sur le tronc, dans l'aisselle concave, le point de réunion des trois chefs au niveau de l'omoplate concave, le chef horizontal supérieur appliqué sur le manubrium sternal puis la face antérieure de l'épaule convexe.

Mise en action des bandes

Dérotation

Elle se fait donc par mise en tension des bandes de dérotation, en commençant par la plus basse, s'il y en a plusieurs, en contrôlant l'équilibre du tronc, du bassin et de la ceinture scapulaire.

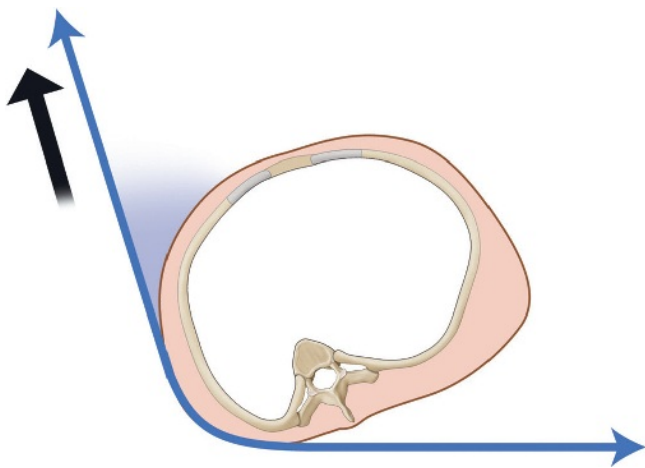


Fig. 1.4

Bande de dérotation pour courbure thoracique droite.
À noter qu'après s'être réfléchi sur la gibbosité elle s'écarte du tronc.

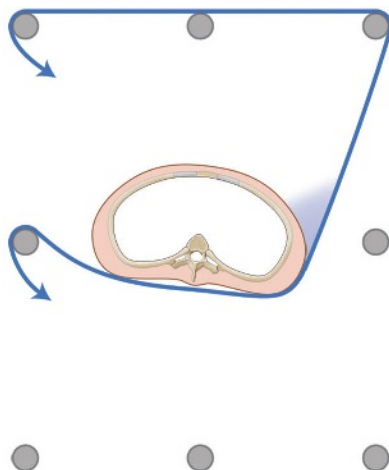


Fig. 1.5

Bandes de dérotation pour double courbure dorsale droite et lombaire gauche.

Flexion latérale

Elle peut être réalisée par la mise en tension des chefs horizontaux de la bande « trois chefs » (fig.1.6) voire par le déplacement de la poulie où s'enroule la sangle occipito-mentonnière.

Découpe du plâtre

Elle doit permettre l'expansion thoracique, assurer la liberté des articulations des hanches et des épaules, tout en conservant suffisamment de pouvoir correctif et de solidité.

En avant

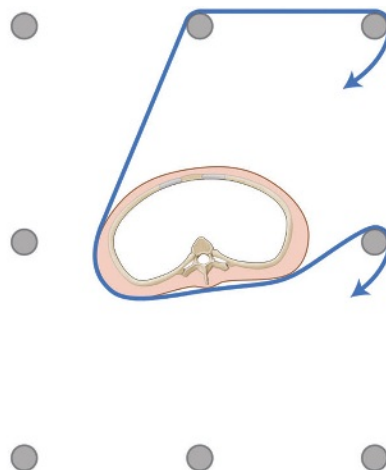
Une grande fenêtre thoracique antérieure est découpée, de forme asymétrique pour permettre un modelage de la gibbosité thoracique antérieure concave. Chez la jeune fille en démarrage pubertaire, il faut penser à laisser assez de place à l'expansion mammaire.

En arrière

Une fenêtre d'expansion concave (fig.1.7) est dessinée, dépassant la ligne des épineuses de façon à ce que ces dernières ne soient pas poussées en avant (risque de dos creux) lors de la mise en place des feutres.

Suivi du plâtre

Un contrôle radiographique de face est réalisé quand l'enfant est debout pour confirmer la situation des fenêtres à découper.



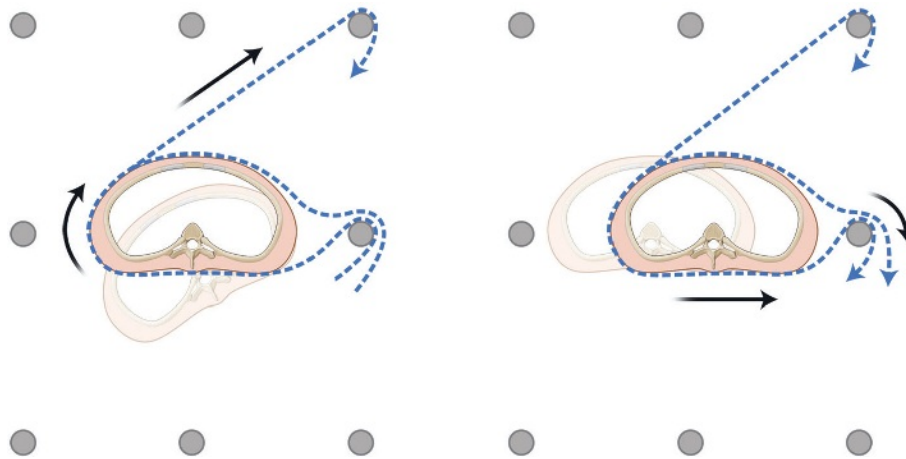


Fig. 1.6

Bande « trois chefs » avec la manœuvre pour corriger la rétropulsion de l'épaule gauche (concave) et celle pour translater la partie supérieure du tronc.

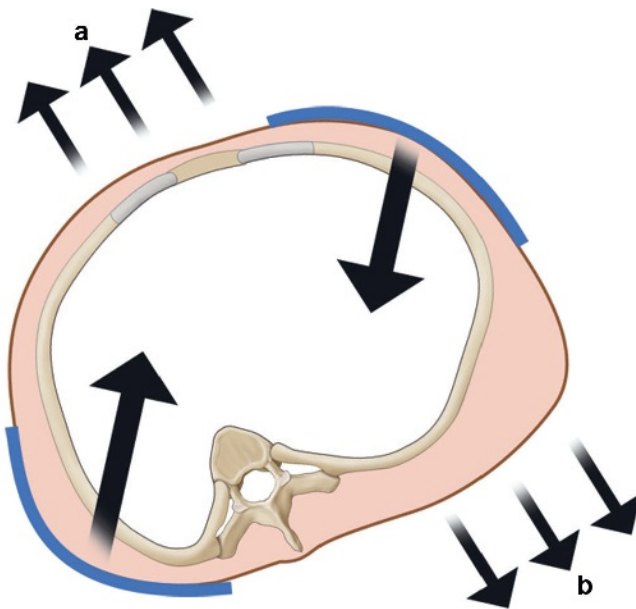


Fig. 1.7

Découpe des fenêtres antérieure et postérieure (en pointillé) dans une scoliose dorsale droite.

En avant (a), les côtes convexes sont libérées et les côtes concaves maintenues; en arrière (b), la fenêtre libère les côtes concaves et les épineuses.

Le plâtre est changé tous les 45 jours dans les scolioses infantiles jusqu'à correction complète de la rotation vertébrale (quatre à cinq plâtres sont parfois nécessaires). Un feutrage des courbures tous les 15 jours est réalisé en consultation. En absence d'amélioration notable, le

traitement plâtré est arrêté. Dans les scolioses juvéniles un seul plâtre, porté 45 jours, dit plâtre coup de frein est parfois indiqué devant une scoliose brusquement évolutive ou se dégradant malgré un traitement par orthèse de tronc.

Technique du plâtre « standard » pour hypercyphose

Sa réalisation se fait dans le cadre de Cotrel, sous élévation modérée. En cas d'hyperlordose lombaire, les cuisses seront fléchies. Une large bande de toile est placée au niveau et sous le sommet de la cyphose. Sa mise en tension corrige le fréquent déséquilibre postérieur, puis, et alors seulement, une seconde bande toilée plus étroite, placée sur la face antérieure des épaules, en corrige l'antépulsion (fig.1.8). Lors de la mise en tension de la bande sommet, on s'efforcera d'éviter toute compression latérale sur le thorax grâce à l'utilisation de barres amovibles déroutant vers le dehors les deux chefs de cette bande (fig.1.9). Le plâtre est ensuite découpé en arrière, l'appui ne devant pas dépasser l'apex de la courbure. Seul, en effet, le segment inférieur de la cyphose fera l'objet du feutrage qui en assurera la correction progressive, le contrôle du redressement du segment supérieur est, lui assuré par feutrage des appuis antéscapulaires. Par contre, tout appui sur le manubrium sternal est illogique, car ayant tendance à entraîner le segment supérieur vers le bas.

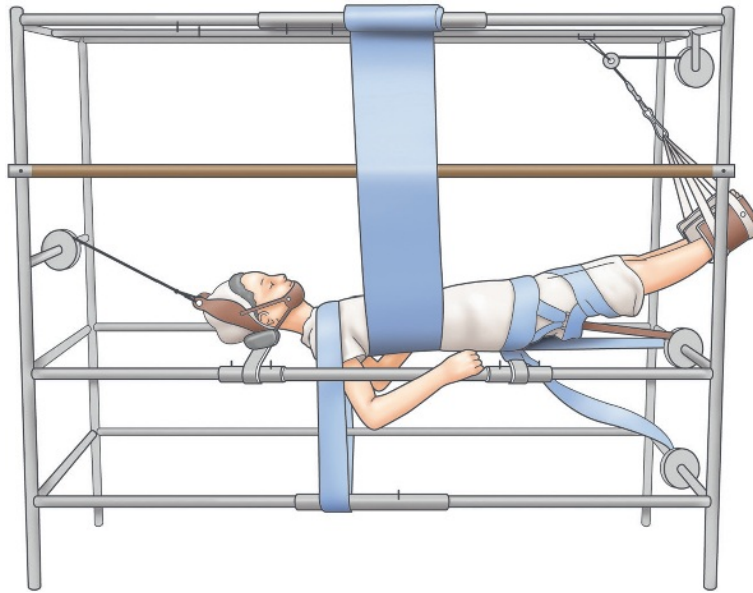


Fig. 1.8

Deux bandes de toile pour correction d'une hypercyphose thoracique.

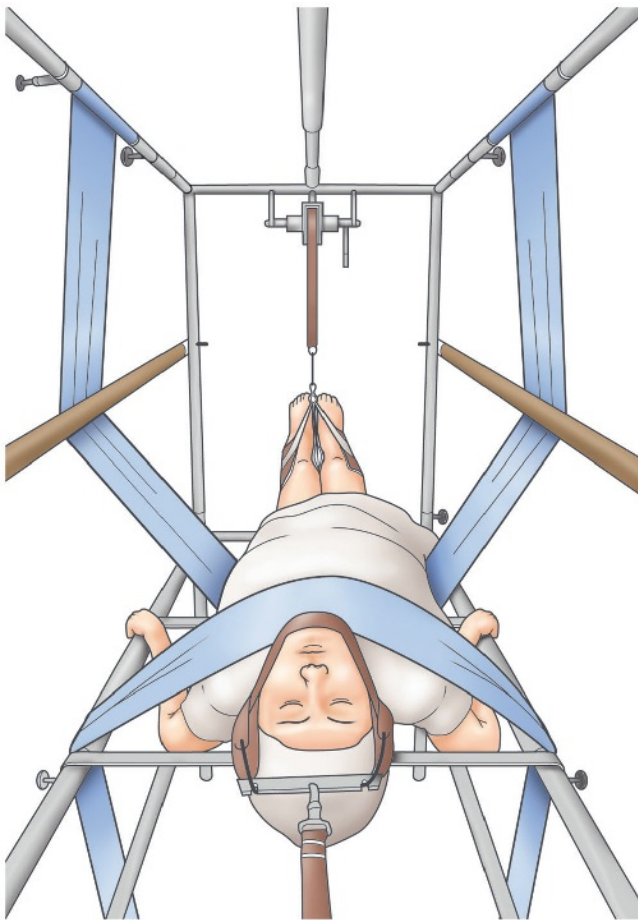


Fig. 1.9

Deux barres en bois éloignent les bandes de toile du thorax.

Plâtre avec appui occipito-mentonnier

Un appui occipito-mentonnier peut se justifier en cas de courbures cervico-dorsales (plus dans le cas des scolioses malformatives ou paralytiques que dans celui des scolioses idiopathiques).

Il faut protéger par des feutres la région du maxillaire inférieur et l'occipital, il faut également prévoir la mise en place d'un feutre d'expansion au niveau de la région laryngo-trachéale.

Lors de l'installation dans le cadre de traction, la sangle occipito-mentonnière sera faite en toile fine et souple.

Corset d'élongation

Le plâtre d'élongation déplisse simultanément les courbures du rachis, frontales et sagittales, par traction dans l'axe au moyen de vis à pas inversé noyées en bas dans une ceinture pelvienne, en haut dans un corset à appui occipito-mentonnier. Il n'y a aucune action de dérotation du rachis. Ce type de corset ne s'adresse qu'à des courbures graves. Classiquement mis en place pour une durée de 2 mois avec donc une élongation lente et prolongée, cette période d'élongation peut être plus courte de façon à limiter l'atteinte de l'état général et les problèmes cutanés.

Surveillance du plâtre

Les escarres aux points d'appui du plâtre seront dépistées lors du changement de jersey qui doit être effectué un jour sur deux. Elles peuvent obliger à bivalver le plâtre voire à l'ôter.

Une baisse modérée de la capacité respiratoire (20 %) est habituelle mais si elle est plus importante, elle doit faire envisager la réalisation d'un nouveau plâtre moins contraignant.

Vomissements, douleurs épigastriques doivent faire craindre la survenue d'une pince ou d'une dilatation aiguë de l'estomac. Ceci impose la mise sous aspiration gastrique puis, lorsque l'estomac a été vidé, la découpe du plâtre. Leur prévention passe par le fractionnement des repas et l'interdiction de certaines pratiques alimentaires (boissons gazeuses, féculents).

La survenue d'une complication médullaire est exceptionnelle. Elle n'en justifie pas moins la surveillance rapprochée durant les 24 premières heures de tout enfant venant d'être plâtré. Des compressions périphériques peuvent se voir particulièrement au niveau des nerfs fémoro-cutanés, des elongations des racines du plexus brachial.

Bibliographie

- Cotrel Y, Morel G. La technique de l'EDF dans la correction des scolioses. *Rev Chir Orthop* 1964; 50 : 59–75.
- Pouliquen JC, Rigault P, Beneux J, Guyonvarch G, et al. Les techniques orthopédiques et chirurgicales dans le traitement des déviations rachidiennes : scolioses et cyphoses. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales–Orthopédie*, 4.4.02, 44190–44192.

Confection d'une orthèse du tronc pour correction des déformations vertébrales (scoliose, Scheuermann) avant la fin de la croissance

C. Bronfen

PLAN DU CHAPITRE

Orthèses de tronc nécessitant la réalisation d'un moulage avant la fabrication (saisir la forme du patient)	12
Technique classique sur moulage plâtré (négatif, positif)	12
Réalisation du négatif	12
Réalisation et correction du positif	13
Technique utilisant la CFAO	14
Orthèses de tronc pour scoliose ne nécessitant pas de forme préalable (pas de moulage)	16
Surveillance du corset	16



Points clés

- Les orthèses gardent une place importante dans le traitement des déformations rachidiennes avant la fin de la croissance.
- Les évolutions des orthèses tendent à plus de discrétion avec un moindre encombrement sous les vêtements et si possible à la restriction de la durée du temps de port des corsets.
- Les évolutions techniques qui ont introduit l'informatique dans la chaîne de fabrication ne doivent rien enlever à l'importance du savoir-faire de l'orthoprothésiste.
- La confection d'une orthèse, son adaptation et sa surveillance relèvent d'une collaboration entre prescripteur et orthoprothésiste.
- Le bon usage des orthèses rend indispensable des explications rigoureuses et un encadrement de l'enfant et de sa famille qui investissent dans un traitement lourd et demandeur.
- S'il faut être à l'écoute des innovations, en pratique courante il faut utiliser quelques orthèses que l'on connaît bien, que l'on sait prescrire et surveiller.

La confection d'une orthèse de tronc est l'aboutissement d'un suivi, d'un examen clinique précis et d'un examen radiologique de face et de profil (radiographie standard en entier debout : système EOS).

L'orthèse est l'aboutissement d'une chaîne de collaborations entre professionnels : prescription, prise de mesures, conception et fabrication.

Dans la scoliose, déformation tridimensionnelle, l'orthèse doit corriger au mieux, voire « hypercorriger » la déformation dans le but de stopper ou ralentir l'évolution, et parfois corriger la scoliose chez de jeunes enfants. Elle doit maintenir le potentiel de croissance vertébrale, améliorer l'aspect cosmétique du tronc en réduisant les gibbosités et déséquilibres, respecter la fonction respiratoire et les métabolismes des viscères abdominaux.

Dans la maladie de Scheuermann le but est la correction de la déformation en cyphose par reprise de la croissance antérieure des corps vertébraux.

Les orthèses peuvent être utilisées de première intention ou en relais d'une immobilisation plâtrée.

Le mode de confection de l'orthèse est différent en fonction du besoin pour sa fabrication d'un moulage positif du tronc retravaillé donnant la forme au corset (formage du matériau adapté sur un mannequin plâtré préétabli) ou d'une confection sans moulage.

La confection de chaque orthèse a varié depuis les descriptions *princeps* du fait de l'évolution des idées et des matériaux.

Orthèses de tronc nécessitant la réalisation d'un moulage avant la fabrication (saisir la forme du patient)

Technique classique sur moulage plâtre (négatif, positif)

Réalisation du négatif

L'empreinte du tronc est réalisée en plâtre (bandes plâtrées déroulées appliquées sur un double jersey), c'est le négatif (fig. 2.1). Il sera ouvert avant d'être sec pour être enlevé et refermé afin de permettre la réalisation du positif. En fonction du cahier des charges de l'orthèse fabriquée, le négatif peut être moulé en position :

- debout simple ou avec des appuis pour les membres supérieurs;

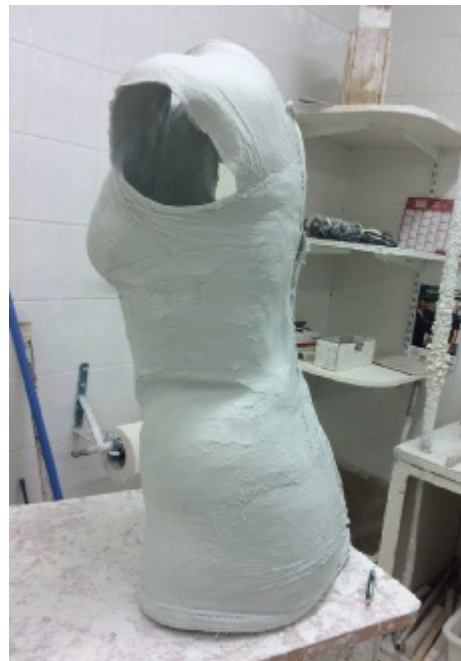


Fig. 2.1

Technique de moulage classique : le négatif est moulé avec des bandes plâtrées sur le patient avec ou sans traction, avec ou sans correction, il est fendu pour l'enlever puis reconstitué.

- debout avec correction manuelle;
- debout dans un cadre, ce qui permet de modifier la position du bassin (légère délordose);
- debout avec légère traction par collier de Sayre (correction d'un effondrement ou d'un déséquilibre);
- horizontale dans un cadre de traction (cadre de Risser, Abbott, Cotrel : fig. 2.2) avec des bandes de dérotation;
- en décubitus et procubitus en deux valves antérieure puis postérieure surtout pour des enfants neurologiques hypotoniques.

Réalisation et correction du positif (fig. 2.3)

Une bouillie plâtrée est coulée dans le négatif aux orifices préalablement colmatés et qui a été noté de repères au besoin. Un axe métallique est placé au centre du positif, il sert de repère de verticale. Le positif est ensuite retravaillé



Fig. 2.2

Installation sur cadre de Cotrel permettant la traction bipolaire (tête, bassin), la dérotation (bandes), le contrôle de la lordose lombaire par la flexion des hanches.

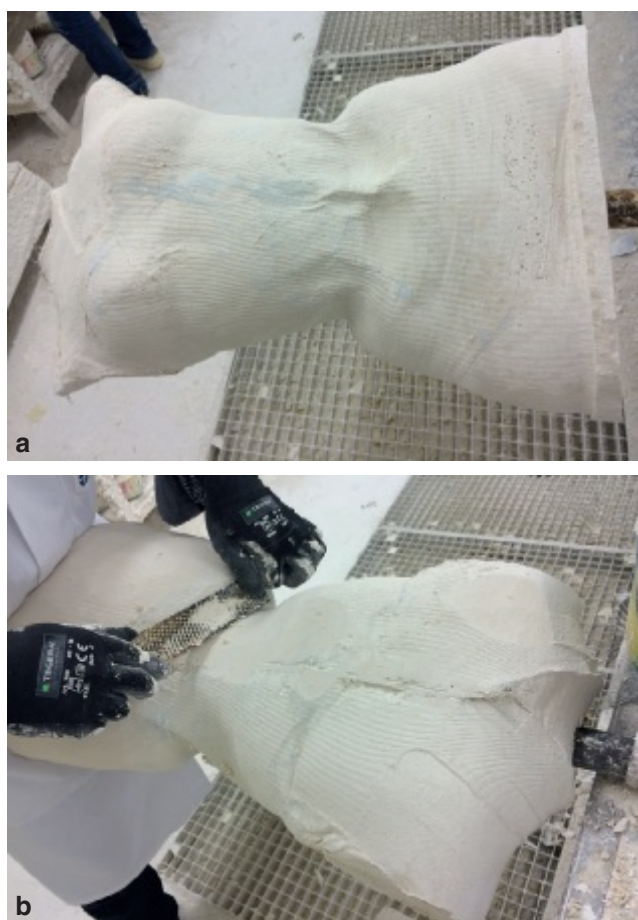


Fig. 2.3

Technique de moulage classique.

- Le positif est coulé dans le négatif centré par une barre de métal (face antérieure).
- Travail du positif plâtré ici en décubitus ventral.
- Positif plâtré rectifié tracé prêt à permettre le thermoformage de l'orthèse.

en fonction de la correction souhaitée et du type de corset réalisé (accentuation du pli de la taille, du méplat abdominal, soustraction d'épaisseur, gypsotomie permettant une correction dans les trois plans de l'espace) puis tracé. Ensuite le thermoformage est réalisé sur le moule en fonction du type de corset.

Technique utilisant la CFAO

La CFAO ou conception fabrication assistée par ordinateur est dénommée CAD/CAM ou *computer aid design/computer aid manufacturing* par les Anglo-Saxons.

Depuis les années 1990, le moulage plâtré peut être remplacé par une saisie informatique (reconstruction 3 D) de la forme du tronc qui supprime le négatif et qui pourra être retravaillée grâce à un logiciel (rectification 3D de la forme). À partir du fichier, une forme fraisée en mousse compacte sera fabriquée par une machine-outil à commande numérique et livrée à l'orthoprothésiste. Elle peut encore si besoin être retravaillée comme le positif plâtré et servira de moule au corset (fig. 2.4 à 2.8).

L'acquisition informatique de la forme du tronc est réalisée sans contact. De nombreuses techniques existent aboutissant à une empreinte numérique. Des capteurs optiques sont les plus couramment employés ("moulage optique"). Nous ne décrivons que ceux qui sont utilisés pour l'acquisition informatique de la forme du tronc en pratique médicale. Diverses technologies sont possibles :

- la photogrammétrie utilise des mesures faites sur plusieurs photographies différentes du tronc (appareil photo numérique). La prise des informations est instantanée mais la sélection des points de surface sur l'image choisie est longue ;
- la stéréométrie permet d'obtenir une information 3D à partir d'images prises par une ou plusieurs caméras, placées dans des positions différentes. Les pixels homologues dans plusieurs images sont déterminés et autorisent le calcul des coordonnées de points dans l'espace, par triangulation ;



Fig. 2.4

Technique informatisée prise d'empreinte sans contact, procédé optique moiré : projection d'une lumière frangée sur la forme à numériser ("Orten®").

Source : R. Kohler.

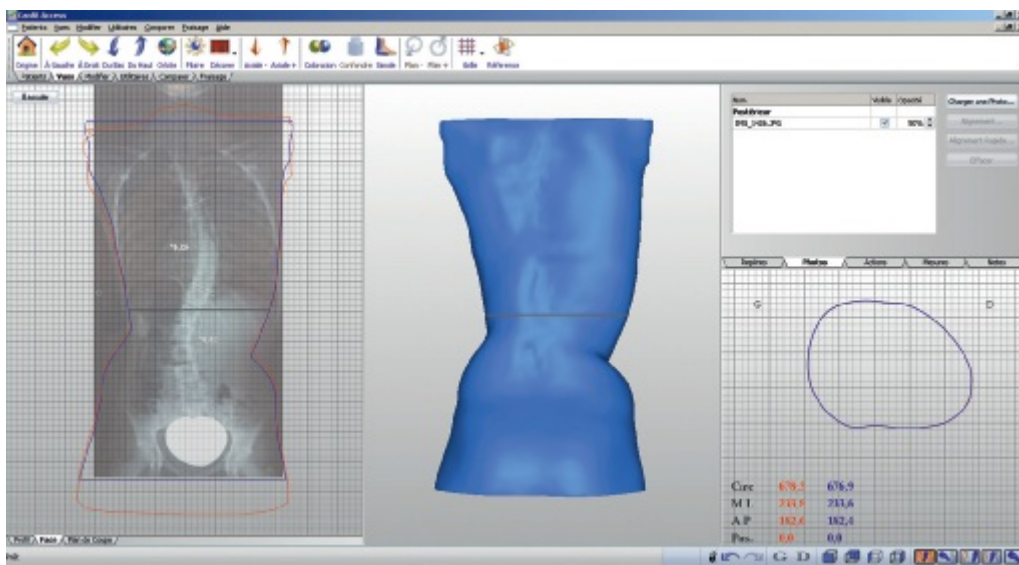


Fig. 2.5

Technique informatisée : acquisition de la forme du tronc sur l'ordinateur permettant les retouches informatiques.



Fig. 2.6
CFAO et machine-outil avec le bloc de mousse en place.



Fig. 2.7
Technique informatisée : le positif en mousse rigide (CFAO) peut être retravaillé manuellement.

- le système caméra plan laser utilise la projection d'un voile lumineux plan créé à partir d'un rayon laser. L'intersection du voile lumineux et de l'objet donne une courbe qui est alors visualisée par une caméra. Le voile lumineux mobile en se déplaçant autour de l'objet permet une visualisation complète de la forme à numériser. Le traitement des données permet d'obtenir l'ensemble des points de surface.



Fig. 2.8
Technique informatisée : le positif informatisé est retravaillé, tracé prêt pour servir au thermoformage.

Ce système est rapide, précis et utilisé par plusieurs fabricants de capteurs 3D;

- le moiré est une technologie basée sur la projection d'une lumière frangée sur la forme à numériser. L'aspect de la déformation de ces lignes de niveaux sur l'objet est enregistré par plusieurs caméras CCD (*charge-couple device*). Les franges sont ensuite numérisées manuellement ou de manière automatique sous contrôle de l'opérateur et cela fournit les coordonnées des points de surface de l'objet. Ce système est également très rapide précis et fiable (2 s d'acquisition).

La caméra plan laser, le moiré optique et l'appareil photo numérique sont les plus utilisés.

Actuellement, des scanners portatifs permettent de diversifier le lieu de la prise de mesure (chez l'orthoprotésiste, à l'hôpital, au centre de rééducation).

La capture de l'image est sauvegardée, la forme 3D est rectifiée sur l'ordinateur grâce à un logiciel.

Des logiciels sont actuellement développés pour permettre de simuler le port du corset avant la fabrication.

Le fichier est envoyé pour pouvoir fabriquer le positif en mousse expansée avec une machine-outil à commande numérique pilotée par le fichier d'image.

Ensuite, ce positif peut encore être retouché manuellement au besoin.

Puis le corset est fabriqué par thermoformage de feuilles de matériaux synthétiques, rejoignant la procédure classique. Chaque type de corset a une fabrication spécifique.

Orthèses de tronc pour scoliose ne nécessitant pas de forme préalable (pas de moulage)

Ils peuvent être obtenus soit à partir de modules monovalents préfabriqués (corset de Boston, [fig. 2.9](#)) soit du fait de leur élasticité (corset toilé de Saint-Étienne, corset Olympe des Massues), soit par moulage direct du plastique sur le patient (corset de Strasbourg).

Surveillance du corset

Après sa fabrication, le corset doit être vu quelques semaines après la livraison, au mieux lors d'une consultation d'appareillage associant le prescripteur et l'orthoprothésiste. Cette consultation conjointe comprendra un examen clinique (adaptation et durée de port, confort dans le corset, serrage, peau) et une radiographie pour évaluer la correction. Cette visite pourra aboutir à des modifications

de l'orthèse. Le corset doit être porté sur un maillot sans pli et sans couture.

En fonction des habitudes, il y aura ensuite un suivi tous les 4 à 6 mois par le prescripteur, en fonction de l'âge, des risques d'aggravation, de l'acceptation du traitement. Une bonne activité physique avec ou sans rééducation sera conseillée.

L'orthoprothésiste reverra le patient tous les 3 mois.

L'orthèse devra être modifiée ou remplacée quand elle est trop petite, en moyenne tous les ans, plus souvent chez les petits, moins souvent en fin de croissance.

Il faut contrôler la possibilité d'une respiration adéquate et l'absence de troubles digestifs. Il faut parfois proposer de desserrer l'orthèse pendant et après les repas.

Il faut particulièrement surveiller les points d'appui et de compression possibles : creux axillaire, avec blessures et possibilité de paresthésies des membres supérieurs, crêtes iliaques avec parfois compression du nerf cutané latéral de la cuisse, côtes avec bursites.

Les problèmes cutanés sont fréquents : rougeurs au début qui ne doivent pas être douloureuses ni conduire à une blessure, marques brunes de tannage cutané stigmates du corset qui disparaîtront à son arrêt.

La surveillance doit être attentive, associée à une grande disponibilité du prescripteur et de l'orthoprothésiste. Un trop grand inconfort ou une blessure ne doivent pas conduire à un abandon du traitement.



Fig. 2.9

Corset confectionné sans positif : Boston de face et de dos avec marquage de recoupe et ajout de pads (mousses).

Bibliographie

- Biot B. Dir. L'appareillage du tronc est-il encore d'actualité? Montpellier : Sauramps médical; 2008. p. 261.
- Cottalorda J, Kohler R, Garin C, et al. Traitement orthopédique de la scoliose : nouvelle technique de prise d'empreinte par procédé optique. Arch Pédiatr 1997; 4 : 464–7.
- Mary P, Vialle R, Guigui P. La scoliose idiopathique de l'enfant et de l'adulte P. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson; 2009.
- Pous JG, Jarrousse Y, Adrey J, et al. La scoliose face aux matériaux, aux orthèses, aux appareilleurs. GES Strasbourg; 1982. 1 volume.
- Raux R, Kohler R, Garin C, et al. Tridimensional trunk surface acquisition for brace manufacturing in idiopathic scoliosis. Eur Spine J 2014; 23(supl 4) : S419–23.
- Zaina F, De Mauroy JC, Negrini S, et al. Bracing for scoliosis in 2014 : state of the art. Eur J Phys Rehabil Med 2014; 50 : 93–110.

Technique de traction squelettique – mise en place d'un halo crânien

J. Sales de Gauzy, F. Accadbled

PLAN DU CHAPITRE

Technique de pose du halo crânien	20
Choix du halo	20
Mise en place du halo	20
Installation de la traction	20
Surveillance en cours de traction	21
Surveillance des pointeaux	21
Surveillance neurologique	22
Complication des halos	22
Durée de la traction	22
Halo jacket et halo plâtre	22
Halo pelvien	22
Indications	22
Déformations du rachis	22
Autres indications	22

Le halo crânien a été développé et adapté à la chirurgie rachidienne dans les années 1950–1960 à l'hôpital Ranchos Los Amigos (Downey, Californie) par Vernon Nickel et Jacqueline Perry.

Dans les années 1970, Stagnara a popularisé la technique du « halo gravité » pour le traitement des déformations scoliotiques sévères.

Technique de pose du halo crânien

Choix du halo

Le halo crânien existe en acier ou en graphite et titane. Sa taille doit être adaptée au crâne du patient. Son diamètre doit permettre de le positionner à 2 cm de la peau.

Mise en place du halo

L'anneau est fixé à la voûte du crâne par quatre pointeaux vissés dans la table externe : deux frontaux et deux pariéto-occipitaux. Les pointeaux doivent être répartis de façon harmonieuse, tous les 90° autour du cercle.

Le halo peut être posé sous anesthésie locale ou sous anesthésie générale. Idéalement, il faut être deux opérateurs pour la pose d'un halo, une personne pour maintenir le halo en bonne position, une personne pour réaliser le vissage des pointeaux.

Une personne seule peut utiliser des tiges filetées avec des plaquettes à l'extrémité qui permettent d'appliquer le halo sur la tête et de le maintenir en bonne position pendant le temps de vissage.

Le patient doit avoir les yeux fermés, pour ne pas tirer le scalp en haut, ce qui gênerait par la suite la fermeture des yeux.

La position du halo est horizontale légèrement oblique vers l'avant et le haut (parallèle à la ligne des sourcils), à 2 cm de la peau. Il est mis en place au niveau de la zone équatoriale qui se situe entre 0,5 et 1 cm au-dessus de la ligne des sourcils (fig. 3.1).

Les pointeaux antérieurs sont positionnés sur l'os frontal en avant de la fosse temporale au niveau du bord externe des sourcils, à la limite d'implantation des cheveux pour minimiser la rançon cicatricielle.

Les pointeaux postérieurs sont positionnés sur la zone occipitale derrière le lobe des oreilles 4 cm au-dessus et en arrière du conduit auditif. Il faut éviter les mastoïdes.

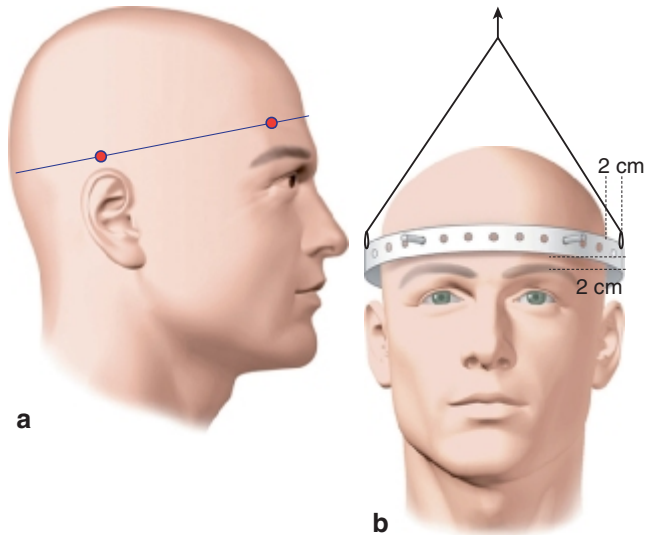


Fig. 3.1

Positionnement du halo et des pointeaux.

Source : Bel JC. *Tractions et suspensions (membre inférieur, membre supérieur, rachis)*. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales–Orthopédie–Traumatologie, article 44-010. 2012; 7(4) : 1-12.

Les pointeaux sont vissés symétriquement (en diagonale), au départ à la main puis on termine le serrage avec un tournevis dynamométrique.

Quand le serrage est terminé, on place les plaquettes avec contre-écrou qui empêchent tout retour en arrière et toute mobilité des pointeaux.



Recommandations

- **Erreur à éviter :** l'anneau doit être positionné strictement sur la zone équatoriale du crâne. S'il est placé plus haut, le rétrécissement du crâne risque d'entraîner un dérapage des pointeaux.
- **Zones à éviter :** fosse temporale et base de la mastoïde.
- **Cas particuliers :** dans certains cas, fragilité osseuse (ostéogenèse imparfaite), patient jeune ou hydrocéphalie, le nombre de pointeaux doit être augmenté (six ou huit pointeaux) pour améliorer la tenue et le serrage doit être effectué uniquement à la main.

Installation de la traction

La traction s'effectue par l'intermédiaire soit d'une cordelette placée dans les trous libres du halo (fig. 3.2), soit par un étrier métallique. En position couchée, un coussin est placé sous les épaules pour éviter une flexion du rachis cervical. En cas de traction importante, il est nécessaire d'incliner le lit d'une trentaine de degrés pour faire contrepoids (fig. 3.3).

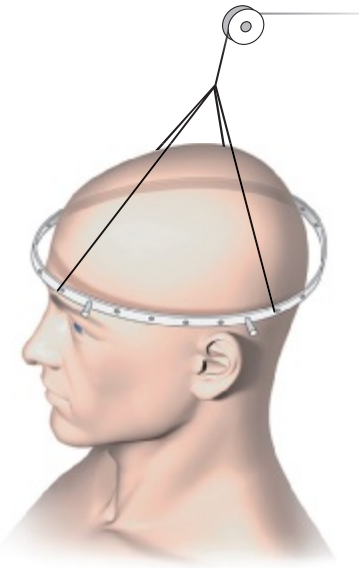


Fig. 3.2

Mise en place de la traction.

Source : Bel JC. *Tractions et suspensions (membre inférieur, membre supérieur, rachis)*. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). *Techniques chirurgicales–Orthopédie–Traumatologie*, article 44-010. 2012; 7(4) : 1-12.



Fig. 3.4

Traction au fauteuil.



Fig. 3.3

Traction en décubitus.

La traction peut être réalisée au fauteuil avec une potence (fig. 3.4), ou en position debout à l'aide d'un déambulateur équipé d'une potence (technique de « halo gravité » popularisée par Stagnara) (fig. 3.5).

Lors du passage de la position assise ou debout à la position allongée, il y a une diminution de la gravité il est donc nécessaire de diminuer la traction.

On débute la traction le jour même, on peut commencer par 5 ou 10 % du poids du corps, puis on augmente progressivement le poids pour obtenir une traction de 30 à 50 % (au maximum) du poids du corps.



Fig. 3.5

« Halo gravité ».

Surveillance en cours de traction

Surveillance des pointeaux

Un resserrage des pointeaux doit être effectué 2 ou 3 jours après la mise en place du halo.

Par la suite, le halo doit être vérifié toutes les semaines. Il est nécessaire de resserrer les pointeaux en cas de mobilité (ce qui se traduit le plus souvent par une douleur).

On réalise un nettoyage et une désinfection quotidienne des pointeaux.

Surveillance neurologique

Il est nécessaire de faire un bilan neurologique quotidien (réflexes ostéotendineux, Babinski, etc.) à la recherche d'une atteinte neurologique liée à la traction.

Il faut également rechercher une traction sur les paires crâniennes (VI, IX, X, XII) par l'analyse de la mobilité des yeux, de la déglutition, des grimaces et des mouvements normaux de la langue.

Complication des halos

Une infection des pointeaux peut survenir dans 20 % des cas. Elle est responsable d'une perte de tenue du pointeau qui doit être changé et repositionné au niveau du trou adjacent.

Parmi les complications plus rares, on retrouve :

- une paralysie d'un nerf crânien ;
- une atteinte médullaire progressive (qui peut survenir pour une traction au-delà de 30 à 40 % du poids du corps) nécessitant de diminuer la traction ;
- une brèche dure avec abcès cérébral ;
- une perforation du diploé ;
- un décrochage du halo, qui est lié à une faute technique par positionnement trop haut du cercle ou serrage asymétrique des pointeaux.

Durée de la traction

Une réduction progressive de la déformation d'environ 30 à 35 % à la fois dans le plan coronal et dans le plan sagittal est permise grâce au comportement visco-élastique du rachis.

Le gain est rapide pendant les 15 premiers jours de traction puis a tendance à diminuer et à stagner. Il n'est donc pas nécessaire de poursuivre la traction au-delà de 1 mois, d'autant que la durée de la traction augmente le risque de complications.

Halo jacket et halo plâtre

Le halo est relié par deux ou quatre tiges métalliques à un corset ou à un plâtre (fig. 3.6).



Fig. 3.6

Halo plâtre.

Source : Bel JC. Tractions et suspensions (membre inférieur, membre supérieur, rachis). Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales—Orthopédie—Traumatologie, article 44-010. 2012; 7(4) : 1-12.

C'est un bon moyen de contention stricte souvent mieux toléré qu'une minerve.

Halo pelvien

Il a été développé dans les années 1970 par Ron Dewald (*Halo hoop*) mais est rarement utilisé en raison de sa mauvaise tolérance et de son manque de stabilité.

Indications

Déformations du rachis

Une traction préopératoire par halo est indiquée dans les scolioses et cyphoses sévères.

Autres indications

Le halo peut être indiqué pour réaliser une traction ou une contention dans les pathologies du rachis cervical comme les subluxations rotatoires invétérées, les malformations ou les traumatismes du rachis cervical.

Bibliographie

- Bel JC. Tractions et suspensions (membre inférieur, membre supérieur, rachis). *Encycl Méd Chir* 2012; 7(4) : 1–12 (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales – Orthopédie-Traumatologie, article 44-010.
- Buchowski JM, Bhatnagar R, Skaggs DL, et al. Temporary internal distraction as an aid to correction of severe scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88 : 2035–41.
- Garabekyan T, Hosseinzadeh P, Iwinski HJ, et al. The results of preoperative halo-gravity traction in children with severe spinal deformity. *J Pediatr Orthop B* 2014; 23 : 1–5.
- Nickel VL, Perry J, Garrett A, et al. The halo. A spinal skeletal traction fixation device. *J Bone Joint Surg Am* 1968; 50 : 1400–9.
- Park DK, Braaksma B, Hammerberg KW, et al. The efficacy of preoperative halo-gravity traction in pediatric spinal deformity the effect of traction duration. *J Spinal Disord Tech* 2013; 26 : 146–54.
- Watanabe K, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Efficacy of perioperative halo-gravity traction for treatment of severe scoliosis (≥ 100 degrees). *J Orthop Sci* 2010; 15 : 720–30.

Abord et fusion postérieurs du rachis thoracique, lombaire et lombo-sacré

A. Hamel

PLAN DU CHAPITRE

Installation	28
Abord	29
Abord postérieur	29
Abord des structures antérieures (disque et corps vertébral)	29
Abord pour ancrage iliaque	29
Abord mini-invasif	29
Fusion	29
Avivement articulaire lombo-sacré	30
Avivement articulaire lombaire	30
Avivement articulaire thoracique	30
Avivement final	30
Grefe	30
Fermeture	31
Drainage	31
Fermeture	31

La voie d'abord postérieure permet d'accéder à l'arc postérieur des vertèbres de l'atlas jusqu'au sacrum, et donc au canal vertébral. Dans la région lombaire (en dessous du cône terminal) et au niveau de la jonction lombo-sacrée, il est également possible d'aborder le disque intervertébral, par son bord postérieur, pour réaliser une arthrodèse antérieure. La voie d'abord postérieure étendue postéro-latéralement en réalisant une transversectomie ou une costo-tranversectomie permet d'accéder au corps vertébral (fig. 4.1). La connaissance de l'anatomie de la colonne vertébrale permet la bonne exposition de l'arc postérieur et est indispensable au positionnement correct des implants.

Installation (fig. 4.2)

L'opéré est installé en décubitus ventral, les bras en abduction, rotation latérale et les coudes fléchis. Le rachis cervical peut être en position neutre ou en rota-

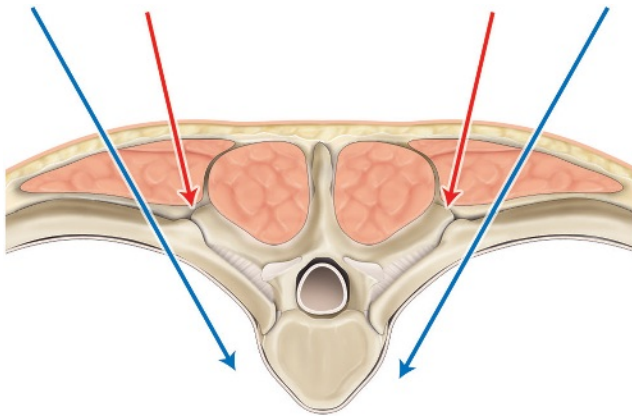


Fig. 4.1

Voie postérieure et voie postérieure élargie par costo-tranversectomie.

tion droite ou gauche. Lorsque l'arthrodèse s'étend à la région cervicale, la tête doit être en position neutre (dans une têtère à pointes) et il faut veiller à régler l'extension du rachis cervical (la ligne unissant l'inion au sommet de la cyphose thoracique doit être horizontale). En cas de traction rachidienne peropératoire, le rachis cervical est en position neutre. Il est également possible d'installer une traction sur les membres inférieurs en cas de traction bipolaire. En cas d'abord exclusif de la région lombo-sacrée, l'opéré peut être installé hanches et genoux fléchis à 90°, avec un appui thoracique et un appui ischiatique, afin de limiter la compression abdominale et diminuer la lordose lombaire.

Il est essentiel de positionner l'opéré en évitant toute compression abdominale qui aurait pour conséquences de perturber la ventilation et d'augmenter la pression veineuse dans le système azygos, et donc d'augmenter le saignement peropératoire. Les appuis doivent être positionnés sur le thorax à la hauteur des mamelons et à la hauteur des épines iliaques antéro-supérieures au niveau abdominal. Il existe des appuis et des tables dédiés à la chirurgie rachidienne qui permettent une installation simplifiée permettant de contrôler au mieux les appuis (appuis de Relton-Hall, table de Jackson...).

La vérification d'éventuels points de compression est cruciale et doit être réalisée avant la mise en place des champs opératoires :

- yeux (risque de cécité);
- coudes (risque de paralysie ulnaire);
- trigone fémoral : ischémie du ou des membres inférieurs;
- genoux et pieds (risques d'escarres).

Le repérage scopique et la vérification de la bonne circulation de l'amplificateur de brillance et de l'éventuelle navigation chirurgicale doivent être effectués avant la mise en place des champs.

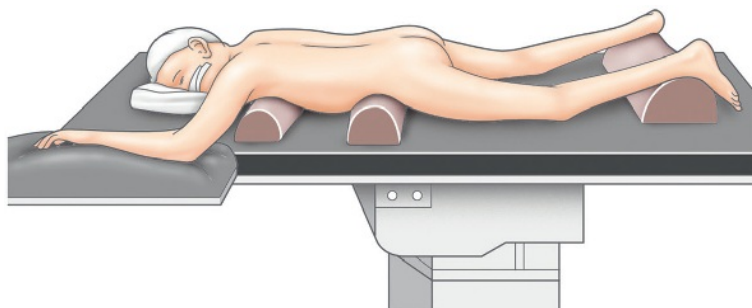


Fig. 4.2

Installation en décubitus ventral.

L'appui thoracique est à hauteur des mamelons, l'appui pelvien est à la hauteur des épines iliaques antéro-supérieures, afin de dégager l'abdomen.

Abord (voir fig. 4.1)

Abord postérieur

L'incision cutanée est classiquement verticale sur la ligne médiane. Cependant, en cas de déformation majeure, il peut être recommandé de suivre la ligne des processus épineux afin d'éviter un décollement cutané large, qui pourrait être source de complications postopératoires.

Le rachis est ensuite dégagé en incisant les insertions des muscles trapèze et grand dorsal sur les processus épineux. Il est préférable de débiter l'exposition des gouttières vertébrales par l'extrémité inférieure de la voie d'abord; il est en effet plus simple de soulever les muscles spinaux du bas vers le haut, en raison de l'orientation de leurs fibres. Les muscles spinaux des gouttières vertébrales sont désinsérés au bistouri électrique et à l'aide d'une rugine de Cobb, qui soulève le périoste de l'arc postérieur. La rugine est d'abord positionnée sur le processus épineux et glisse, sous le périoste, le long du processus épineux et de la lame vertébrale, jusqu'à la base du processus transverse. Cette manœuvre est répétée à l'étage sus-jacent. Les insertions tendineuses des muscles transversaires épineux, encore adhérentes aux bords inférieurs du processus épineux et de la lame, sont sectionnées sur l'os au bistouri électrique.

À l'étage lombo-sacré, il est important de rester dans le plan du ligament jaune et de vérifier l'absence de spina bifida occulta, afin de ne pas réaliser de brèche duralement. Les massifs articulaires de L5 sont dégagés en suivant l'arc postérieur de L5 qui est moins haut que les autres arcs postérieurs lombaires. Ces massifs articulaires sont plus latéraux que ceux de L4, et l'orientation des interlignes articulaires L5-S1 est dans un plan oblique d'environ 45° par rapport aux plans horizontal, frontal et sagittal. La dissection et la désinsertion musculaire se poursuivent vers le haut en suivant «l'épaule» des vertèbres lombaires, c'est-à-dire le bord latéral de l'isthme vertébral, jusqu'à la base du processus transverse.

Dans le secteur thoracique, le bord inférieur du massif articulaire est convexe vers le bas et prolonge le bord inférieur de la lame. La dissection se poursuit vers l'extrémité latérale du processus transverse, par la désinsertion des fibres musculaires et tendineuses intertransversaires des muscles spinaux. Lors de l'abord postérieur d'une scoliose, l'exposition du côté convexe est plus délicate que celle du côté concave, en raison des muscles spinaux qui masquent les processus transverses dont l'orientation est elle-même très verticale.

Les massifs articulaires sont ainsi dégagés jusqu'à leurs bords latéraux. La dissection peut être poursuivie jusqu'à l'extrémité latérale des processus transverses ou

jusqu'à l'arc postérieur des côtes en cas d'abord élargi par costo-transversectomie.

L'hémostase est réalisée pas à pas, il est souvent nécessaire de coaguler les branches musculaires issues de branches postérieures des artères intercostales ou lombaires. À l'étage thoracique, une artère nourricière pénètre fréquemment la vertèbre à la face postérieure de la base du processus transverse, il est parfois nécessaire d'en réaliser l'hémostase à l'aide de cire chirurgicale. L'hémostase est aussi assurée, au cours de la progression de l'abord, par des compresses roulées et tassées dans les gouttières vertébrales.

Abord des structures antérieures (disque et corps vertébral)

Lorsqu'un accès plus large est nécessaire sur le corps vertébral, la voie postérieure peut être complétée par une costo-transversectomie (il faut se rappeler que la racine Th1 participe à la constitution du plexus brachial).

En dessous du niveau du cône terminal de la moelle, il est possible d'accéder au disque et au corps vertébral. Il est alors nécessaire de réaliser une laminectomie, et éventuellement une arthrectomie et une résection du pédicule.

Abord pour ancrage iliaque

L'abord du tiers postérieur de la crête iliaque peut être nécessaire pour étendre la fixation au bassin. Le passage entre les aponévroses du muscle grand dorsal, en arrière, et celle du muscle ilio-costal, en avant, permet de respecter un plan anatomique et évite ainsi d'élargir le décollement sous-cutané. Le cartilage de la crête iliaque est incisé ce qui permet de dégager son bord supérieur et de glisser une rugine de Cobb sous le périoste de la surface glutéale afin de faciliter la visée dans l'aile iliaque.

Abord mini-invasif

L'abord mini-invasif permet de limiter la dévascularisation et la dénervation des muscles spinaux. L'abord mini-invasif peut être envisagé chez l'adolescent pour le traitement de fracture à l'étage lombaire.

Fusion

La qualité de l'arthrodèse dépend de la qualité de l'avivement qui sera réalisé. L'avivement débute dès la mise en place des implants et doit être complété après la réduction,

avant la greffe. Tout fragment osseux doit être débarrassé des résidus capsulaires et cartilagineux et conservé dans une compresse humide, pour être incorporé à la greffe autologue.

Avivement artriculaire lombo-sacré (fig. 4.3)

L'avivement des articulations interapophysaires L5-S1 est généralement associé à la mise en place de vis pédiculaires S1. L'articulaire inférieure de L5 est abattue à l'aide d'un ciseau de Capener positionné sur la jonction lamo-articulaire, perpendiculaire au grand axe de la lame de L5, bord tranchant dirigé vers le dehors et vers le bas. La surface sacrée est ainsi exposée et son cartilage cureté. Les lames sacrées sont avivées à l'aide d'une curette ou d'une pince gouge.

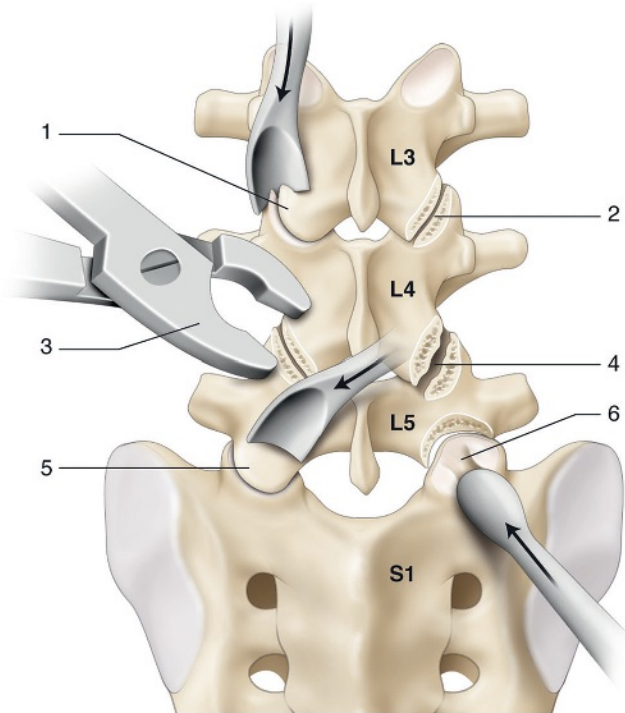


Fig. 4.3

Avivement des articulaires lombo-sacrée.

1. La moitié dorsale de l'articulaire L3-L4 gauche est abattue au ciseau de Capener.
2. Le résultat à droite.
3. Avivement de l'articulation inter apophysaire lomboire L4-L5 gauche à la pince gouge
4. Le résultat à droite.
5. Articulaire inférieure gauche de L5 abattue au ciseau de Capener.
6. Avivement à la curette du cartilage de l'articulaire sacrée droite.

Avivement artriculaire lombaire (fig. 4.4)

En raison de l'orientation des articulations interapophysaires lombaires, la moitié dorsale des deux surfaces (inférieure de la vertèbre sous-jacente et supérieure de la vertèbre sus-jacente) sont abattues d'un seul coup de ciseau de Capener. Le ciseau est placé au bord supérieur de l'articulation interapophysaire, dans un plan frontal, dirigé vers le bas et discrètement vers le dehors, afin que la section vienne mourir sur la base du processus transverse, ce qui facilitera la visée pédiculaire. L'avivement est complété par une pince gouge introduite dans le plan de l'interligne artriculaire ou aux ciseaux de Pauwells.

Avivement artriculaire thoracique (fig. 4.5)

La portion caudale du massif artriculaire thoracique est abattue par un ciseau de Capener de rayon de courbure inférieur à celui utilisé à l'étage lombaire. Le ciseau est positionné perpendiculairement à la corticale du massif artriculaire, à un peu moins de 1 cm de son bord inférieur en regard de sa convexité inférieure. La coupe est ainsi circulaire et expose la surface crâniale de la vertèbre sous-jacente, dont le cartilage est cureté.

Avivement final (fig. 4.6)

Après le serrage final du matériel d'ostéosynthèse et le contrôle de l'hémostase, l'avivement est complété par la section des processus épineux à leurs bases par une pince de Liston. Ils seront incorporés à la greffe après les avoir débarrassés des résidus de ligaments inter- et surépineux. Les lames sont également avivées à l'aide d'un ciseau de Capener introduit par la tranche de section du processus épineux. Le ciseau de Capener est dirigé vers le bas et le dehors dans le plan de la lame entre ses deux corticales. Enfin, il est possible d'aviver le bord postérieur des processus transverses à l'aide d'une pince gouge.

Greffe

La greffe est constituée par les fragments de massifs articulaires, de processus épineux et transverses récupérés au cours de la chirurgie. Le volume de ces greffons est augmenté par adjonction de biomatériaux ou d'autres greffons autologues prélevés sur le bassin ou le tibia.

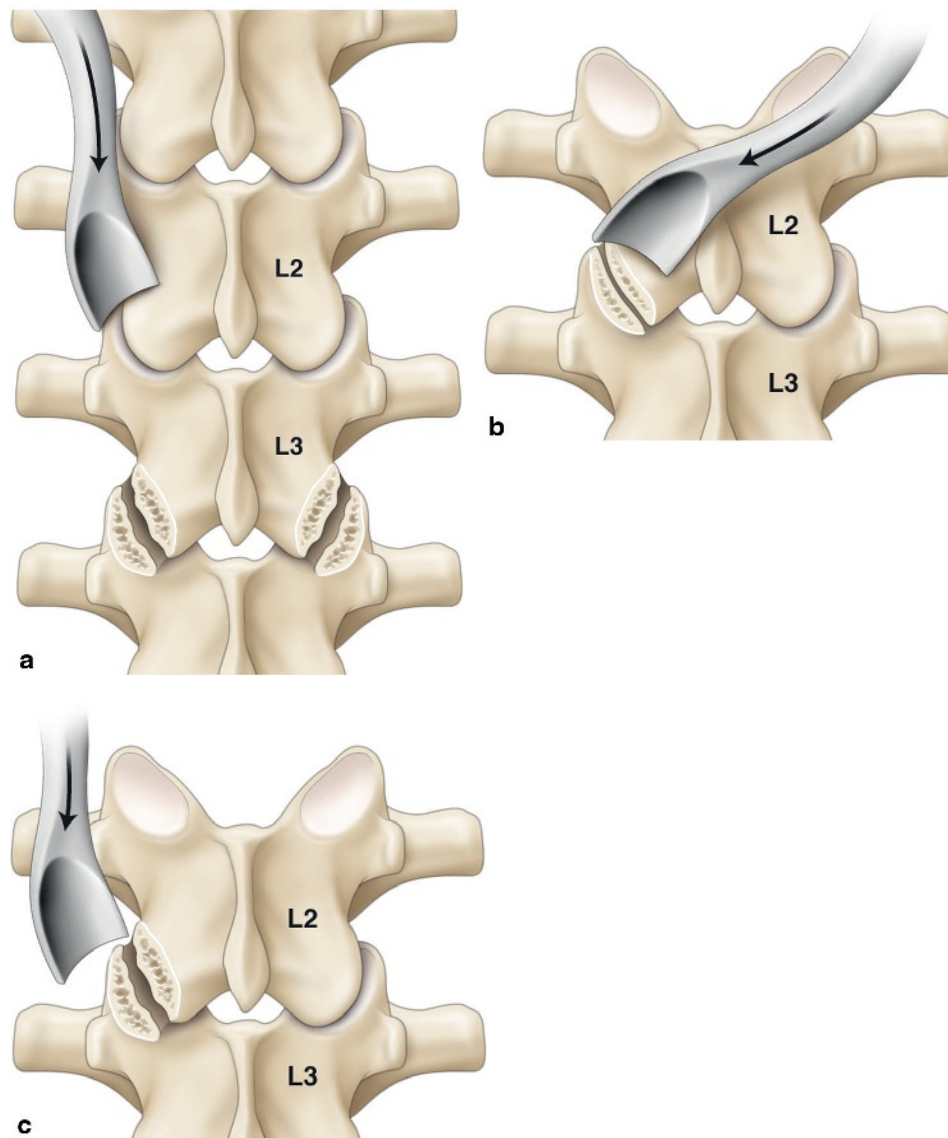


Fig. 4.4

Avivement des articulaires lombaires.

- a. Le ciseau de Capener permet d'abattre la moitié dorsale de l'articulaire L2-L3 gauche.
- b. L'avivement de l'articulaire inférieure de L2 est complété.
- c. L'avivement de l'articulaire supérieure de L3 est complété.

Fermeture

Drainage

Après contrôle de l'hémostase, un ou deux drains sont placés dans les gouttières vertébrales. Il est parfois utile d'ajouter un drain sous-cutané si le décollement est important ou lorsque l'épaisseur du tissu sous-cutané est importante.

Fermeture

La « ligne blanche » postérieure constituée par les expansions aponévrotiques ou tendineuses des trois plans musculaires est fermée par des points de fil résorbable, en prenant soin de ne pas aggraver l'ischémie musculaire par des points trop larges.

Le tissu sous-cutané est fermé en un ou plusieurs plans afin de capitonner l'éventuel décollement. La peau est fermée par un surjet résorbable ou par des agrafes.

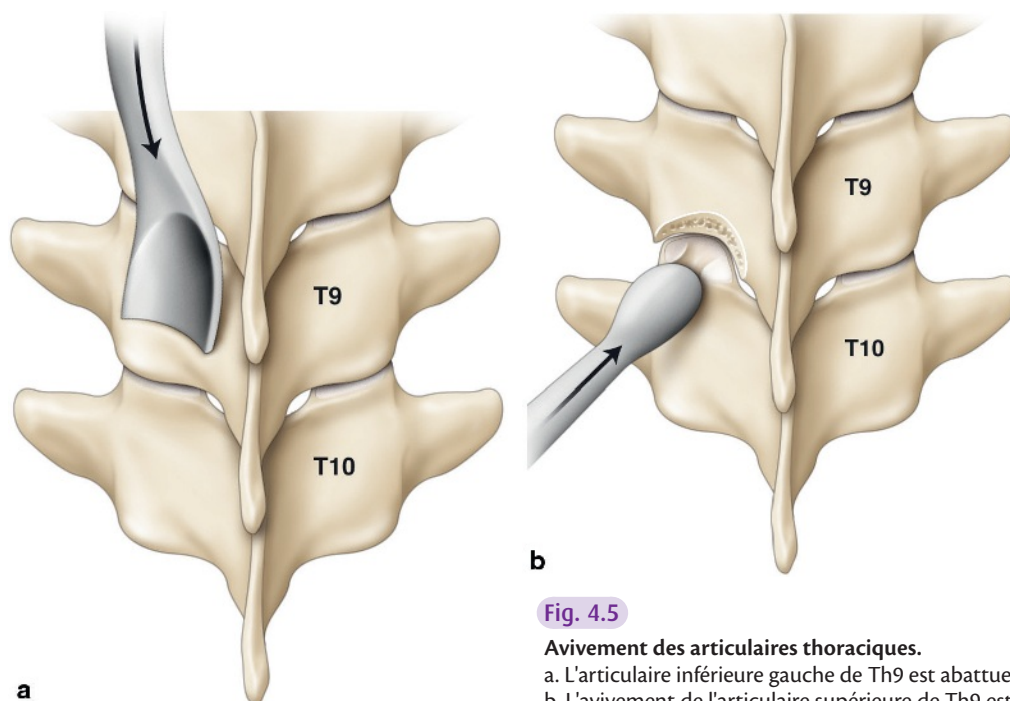


Fig. 4.5

Avivement des articulaires thoraciques.

- a. L'articulaire inférieure gauche de Th9 est abattue par le ciseau de Capener.
- b. L'avivement de l'articulaire supérieure de Th9 est effectué à l'aide d'une curette.

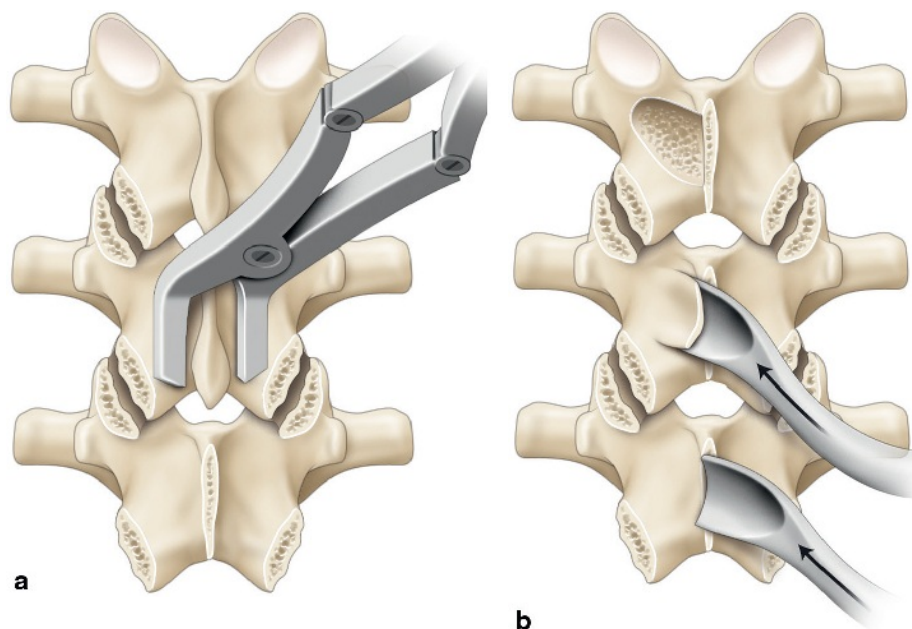


Fig. 4.6

Avivement final.

- a. Les processus épineux sont réséqués à l'aide de la pince de Liston.
- b. Les lames sont avivées à l'aide du ciseau de Capener qui pénètre les lames par la base du processus épineux.

Bibliographie

Lassale B, Guigui P, Delecourt C. Voies d'abord du rachis. In : Techniques chirurgicales – Orthopédie traumatologie. Encycl Méd Chir, Paris : Elsevier; 1995. p. 44–150.

Louis R. Chirurgie du rachis. Paris : Springer-Verlag; 1982.

Moe JH, Winter RB, Bradford DS, et al. Scoliosis and other spinal deformities. Saunders; 1978.

Voies d'abord antérieures du rachis – thoracotomie, thoraco-phréno-lombotomie et lombotomie

T. Odent, I. Obeid

PLAN DU CHAPITRE

Installation	34
Thoracotomie	34
Anatomie chirurgicale	34
Organes prérachidiens	34
Thoracotomie transpleurale	35
Incision	35
Ouverture du thorax	35
Exposition du rachis	36
Double thoracotomie	37
Fermeture	37
Thoraco-phréno-lombotomie	37
Anatomie chirurgicale	37
Abord trans-pleuro-rétropéritonéal	38
Abord rétro-pleuro-rétropéritonéal	40
Lombotomie	41

La chirurgie par voie antérieure permet un abord direct de la partie antérieure et latérale des corps vertébraux. Dans la scoliose, elle s'adresse particulièrement aux déformations à courbure unique et à faible rayon de courbure. Elle est utilisée de façon isolée ou elle peut être combinée à un abord postérieur pour corriger des déformations rigides ou réaliser une vertébroectomie.

Le choix de l'abord dépend du nombre de vertèbres à exposer ainsi que de leur localisation. L'abord de la région thoracique de T2 à T12 est réalisé par thoracotomie. Pour un abord de la charnière thoraco-lombaire ne dépassant pas T12 en proximal, une lombophrénotomie avec ouverture de l'espace rétropleural est indiquée. Pour un abord large de la charnière thoraco-lombaire, une thoraco-phréno-lombotomie est indiquée. L'abord de la région lombaire, jusqu'à L2 en proximal, est réalisé par une lombotomie. Ces abords peuvent être associés. La connaissance de l'anatomie chirurgicale est un préalable indispensable à leur réalisation.

Installation

L'installation est identique lors de ces différentes voies d'abord. Si le côté de l'abord n'est pas guidé par la lésion, comme une tumeur ou la convexité d'une scoliose, il est préférable d'effectuer l'abord du côté droit en raison de l'éloignement du cœur et de l'aorte dans la région thoracique. Dans la région thoraco-lombaire et lombaire, la présence du foie, la coupole diaphragmatique droite plus haute que la gauche, et surtout la présence de la veine cave plus fragile à la mobilisation que l'aorte rendent la voie d'abord droite plus difficile.

Le patient est installé en décubitus latéral. Un billot est placé sous l'aisselle pour détendre le plexus brachial. Le membre supérieur est placé sur un appui, l'épaule en antépulsion et rotation interne pour écarter la scapula du champ opératoire. Il est préférable de stabiliser l'ensemble du tronc par deux appuis pelviens, l'un pubien, l'autre sacré et par un appui thoracique présternal. Il sera ainsi possible de basculer la table pour favoriser l'exposition. L'opérateur est positionné en arrière du patient. L'intubation sélective pour exclure le poumon du côté opéré peut permettre de faciliter l'exposition rachidienne, mais n'est pas indispensable. Elle est utile lors des abords hauts situés.

Thoracotomie

Anatomie chirurgicale

La cage thoracique est recouverte par des formations musculaires surtout développées en arrière et par la scapula dans la partie postéro-supérieure.

En arrière, les muscles sont organisés en quatre plans :

- un premier plan, superficiel et large, est constitué en haut par le muscle trapèze et en bas par le muscle grand dorsal. Lors de la thoracotomie, l'innervation du grand dorsal peut être altérée. Elle dépend du nerf thoraco-dorsal, branche du tronc secondaire postérieur du plexus brachial. Ce nerf, accompagné de l'artère thoraco-dorsale, pénètre la face profonde du muscle à 10 cm de son insertion humérale. Il se divise ensuite en deux branches, l'une longitudinale, qui chemine à 2 cm en arrière du bord antéro-inférieur du muscle, et l'autre transversale, qui suit son bord postéro-supérieur. Afin d'épargner cette innervation et limiter les risques d'amyotrophie inférieure du grand dorsal, la section du muscle doit être la plus postérieure et distale possible et doit surtout préserver le pédicule longitudinal ;
- le deuxième plan est constitué par le muscle rhomboïde et le muscle dentelé antérieur ;
- le troisième plan comprend les muscles dentelé postérieur et supérieur et dentelé postérieur et inférieur séparés par l'aponévrose intermédiaire ;
- le quatrième plan, qui est le plus profond et postérieur, est constitué par les muscles érecteurs du rachis. Ce groupe de muscles longitudinaux comprend de dedans en dehors le muscle épineux du thorax, le longissimus du thorax et l'ilio-costal du thorax.

Les deuxième et troisième plans sont séparés par un espace cellulo-graisseux, constituant la syssarcome scapulo-thoracique : on peut compter les côtes, la deuxième étant la première palpable, et décoller la scapula afin d'améliorer l'exposition lors des thoracotomies hautes.

En avant, les plans de couverture sont constitués par une seule couche musculaire comprenant le muscle grand pectoral en haut, le muscle dentelé antérieur latéralement et le muscle oblique externe en bas.

Organes préachidiens

De droite à gauche, la partie antérieure du rachis thoracique, en dessous de T4, est successivement en rapport avec le système sympathique droit, la veine azygos, le canal thoracique, l'aorte thoracique, la veine hémi-azygos (ou hémi-azygos accessoire selon le niveau) et le système sympathique gauche.

L'aorte thoracique descendante fait suite à la crosse aortique en regard du bord inférieur de T4. Elle se situe alors à gauche de la colonne vertébrale. Son trajet est descendant et légèrement oblique vers la droite, de sorte qu'au niveau des dernières vertèbres thoraciques, elle est en position médiane, en avant du rachis. Elle donne de nombreuses

collatérales destinées notamment à l'œsophage, au péricarde, aux bronches et au diaphragme. Les artères intercostales postérieures naissent de la face de l'aorte thoracique. Elles sont au nombre de neuf paires, destinées aux neuf derniers espaces intercostaux. Elles ont un trajet transversal au contact des corps vertébraux. Du côté droit, elles passent en arrière de la veine azygos.

Le système veineux azygos constitue un réseau anastomotique de suppléance en cas d'obstruction de la veine cave inférieure. Il admet de nombreuses variations anatomiques mais comprend le plus souvent la veine azygos à droite et les veines hémi-azygos et hémi-azygos accessoire à gauche.

La veine azygos pénètre dans le thorax par le hiatus aortique du diaphragme ou en arrière du pilier droit du diaphragme. Elle chemine au contact de la face antérolatérale droite du rachis, à droite du canal thoracique. En regard de T4, elle décrit une crosse pour rejoindre la veine cave supérieure. Elle reçoit notamment les 5^e et 11^e veines intercostales postérieures droites, la veine hémi-azygos et la veine hémi-azygos accessoire.

La veine hémi-azygos pénètre dans le thorax au niveau du pilier gauche du diaphragme ou plus rarement par le hiatus aortique du diaphragme. Elle chemine dans le médiastin postérieur en situation paramédiane gauche jusqu'en regard de T9 où elle croise la partie antérieure de la colonne vertébrale, en arrière de l'aorte thoracique et du canal thoracique, pour rejoindre la veine azygos. Elle reçoit les quatre ou cinq dernières veines intercostales postérieures gauches.

La veine hémi-azygos accessoire a un trajet descendant, en situation paramédiane gauche jusqu'en regard de T8. Elle reçoit les 4^e et 8^e veines intercostales postérieures gauches et se termine dans la veine azygos ou dans la veine hémi-azygos.

Le canal thoracique pénètre le thorax sur la ligne médiane par le hiatus aortique, en arrière de l'aorte. Il se situe ensuite en position paramédiane droite, en avant du rachis, au contact de l'aorte thoracique et à droite de la veine azygos. Lors de l'exposition du rachis, il est habituellement mobilisé en bloc avec l'aorte.

Les troncs sympathiques sont pairs et symétriques. Dans la partie supérieure du médiastin postérieur, ils se situent en avant du col des côtes, alors que plus bas, ils deviennent plus médians et se situent sur la face latérale des corps vertébraux. Les nerfs grands et petits splanchniques, qui naissant respectivement des 7^e aux 9^e et 10^e ganglions thoraciques, se dirigent vers le bas, au contact du rachis, en situation médiane par rapport aux troncs sympathiques.

Thoracotomie transpleurale

Elle permet d'exposer facilement la colonne antérieure du rachis de T4 à T12. On peut descendre jusqu'au corps de L1 en réalisant une désinsertion postérieure radiaire du diaphragme.

Incision

Le siège de l'incision est choisi en fonction du niveau à aborder. L'exposition optimale est généralement obtenue le long de la côte située deux étages au-dessus du niveau à aborder. L'incision se situe sur la côte dont l'arc moyen se projette en regard du niveau à exposer. L'incision débute en arrière à 4 à 6 cm de la ligne des épineuses, c'est-à-dire au bord latéral des muscles paravertébraux, et suit la côte jusqu'à la ligne axillaire moyenne. Une incision verticale sur la ligne axillaire moyenne peut être réalisée.

Ouverture du thorax

Le tissu sous-cutané est disséqué, puis les muscles de la paroi thoracique sont identifiés. Les muscles grand dorsal, trapèze, dentelé antérieur et rhomboïde pour les abords hauts sont sectionnés pas à pas au bistouri électrique. La section du grand dorsal doit être la plus limitée possible et doit surtout épargner son bord antéro-inférieur chaque fois que cela est possible, afin de protéger le pédicule thoraco-dorsal (fig. 5.1). La face externe de la côte choisie est ensuite exposée en sous-périoste au bistouri électrique puis à la rugine. La face profonde est libérée à la rugine costale pour éviter de léser les pédicules intercostaux (fig. 5.2).

Pour aborder plusieurs niveaux, il est préférable de réséquer la côte. Après l'avoir ruginée sur toute sa circonférence,

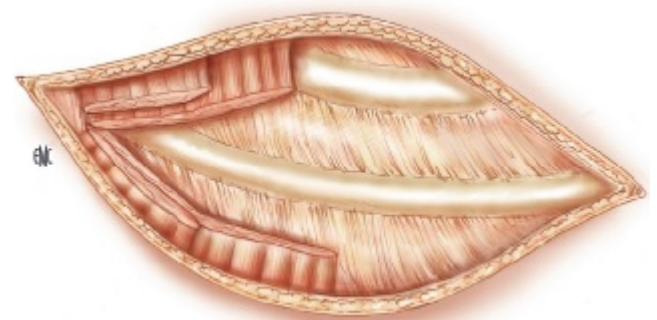


Fig. 5.1

Section des muscles pariétaux.

Source : Auroyer N, Vital JM, Gilles O. Voies d'abord du rachis thoracique. *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris). *Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie*, article 44-134. 2009.

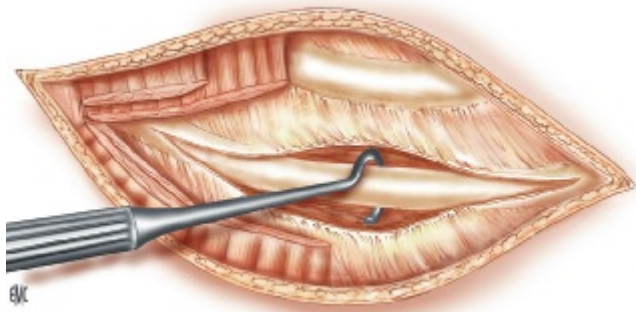


Fig. 5.2

Libération costale.

Source : Auroyer N, Vital JM, Gilles O. Voies d'abord du rachis thoracique. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, article 44-134. 2009.

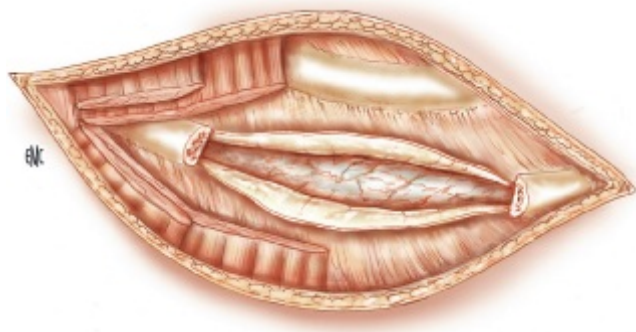


Fig. 5.3

Résection de la côte et ouverture pleurale.

Source : Auroyer N, Vital JM, Gilles O. Voies d'abord du rachis thoracique. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, article 44-134. 2009.

elle est sectionnée au costotome. En arrière, la costotomie se situe au contact des muscles paravertébraux. Elle peut, si nécessaire, être complétée en intrathoracique par la résection de la totalité de l'arc postérieur. En avant, elle se situe dans le prolongement de la limite antérieure de l'incision. La plèvre pariétale est ensuite ouverte dans le lit de la côte par une incision punctiforme au bistouri mécanique qui est ensuite complétée aux ciseaux à disséquer (fig. 5.3).

Exposition du rachis

L'écarteur de Finochietto est ensuite placé. Le poumon est refoulé progressivement à l'aide d'un champ abdominal. Le rachis est ensuite facilement visualisé et exposé (fig. 5.4). Des valves malléables sont placées au contact du poumon de manière à maintenir l'exposition. Les pédicules vasculaires intercostaux sont alors visualisables par transparence, sous la plèvre médiastinale. Celle-ci est ouverte longitudinalement aux ciseaux à disséquer et séparée des pédicules et du tissu nerveux sympathique. Chaque berge de la plèvre est largement décollée en avant et en arrière. Lorsque le corps vertébral doit être abordé, les pédicules segmentaires sont d'abord séparés du plan osseux, puis ligaturés au fil ou par des clips vasculaires et finalement sectionnés. Pour exposer T4, la crosse de la veine azygos doit souvent être liée.

Le rachis peut ensuite être largement exposé en sous-périosté. En restant dans ce plan, au ras de l'os, il est possible d'exposer les corps vertébraux et les disques de manière circonférentielle. La veine azygos, l'aorte et les pédicules

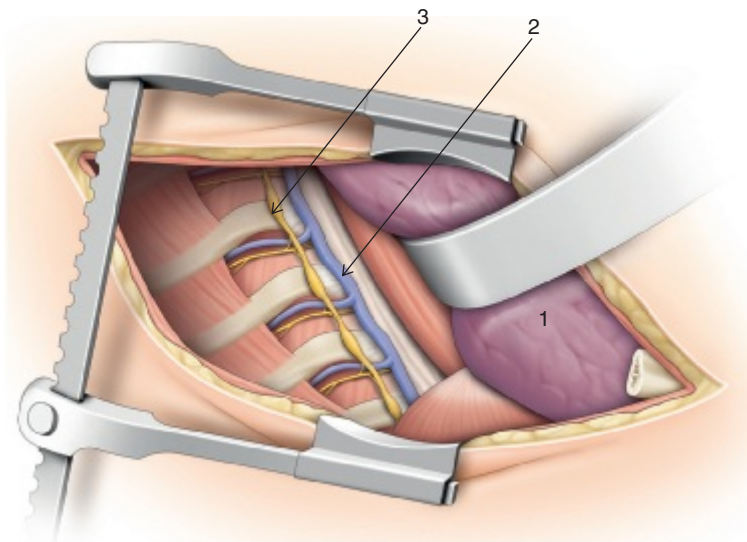


Fig. 5.4

Vue après mise en place de l'écarteur de Finochietto.

1 : poumon ; 2 : veine azygos ; 3 : tronc sympathique.

D'après Auroyer N, Vital JM, Gilles O. Voies d'abord du rachis thoracique. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, article 44-134. 2009.

intercostaux controlatéraux sont ainsi réclinés en masse vers l'avant. L'interposition d'un champ abdominal dans cet espace sous-périosté participe à l'hémostase et permet de protéger les vaisseaux. Pour une exposition circonférentielle, une valve malléable métallique est ensuite interposée.

Double thoracotomie

Elle est nécessaire si l'on veut aborder plus de sept niveaux. Une incision cutanée verticale facilite l'exposition. Une première thoracotomie est réalisée classiquement puis une seconde thoracotomie, supérieure, est réalisée, en laissant au moins quatre côtes entre les deux thoracotomies. Seule la côte de la thoracotomie inférieure est réséquée.

Fermeture

Un drain thoracique est introduit deux à trois espaces intercostaux sous la thoracotomie, sur la ligne axillaire moyenne.

L'expansion pulmonaire est réalisée sous contrôle visuel pour s'assurer de l'absence de zone d'atélectasie résiduelle, puis la fermeture de la paroi thoracique est effectuée par l'intermédiaire de gros fils non résorbables prenant la côte sus-jacente et la côte sous-jacente. Ces cinq à huit fils, en fonction de la taille de la thoracotomie, sont d'abord tous passés sous contrôle de la vue puis mis sur des pinces repères. Le plus souvent, cette étape suffit à obtenir une fermeture étanche de la paroi et la fermeture de la plèvre pariétale est inutile. Les différents muscles sont ensuite suturés par un surjet de fil résorbable, qui ne sera pas trop tendu pour ne pas être ischémiant. Les tissus sous-cutané et cutané sont fermés plan sur plan.

Thoraco-phréno-lombotomie

Anatomie chirurgicale

Le diaphragme est l'organe principal qui sépare les cavités abdominales et thoraciques. Une bonne connaissance de l'anatomie du diaphragme est indispensable (fig. 5.5). Son innervation se fait d'une manière centrifuge par les nerfs phréniques à partir du centre des coupes. Toute section du diaphragme doit se faire près de son insertion pariétale afin d'éviter sa dénervation. Le diaphragme est un muscle digastrique plat en forme de dôme. Les fibres musculaires présentent une insertion périphérique pariétale sterno-costovertébrale et une insertion intermédiaire sur une lame trifoliée centrale appelée centre phrénique. Les fibres

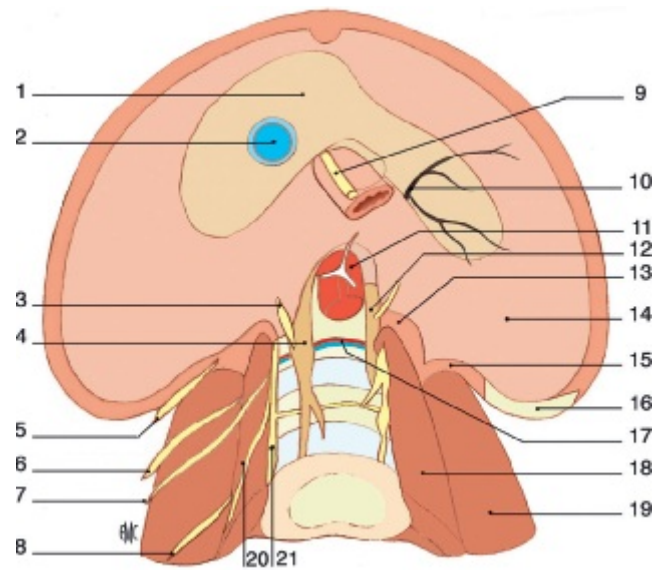


Fig. 5.5

Rappel anatomique : aspect abdominal du diaphragme.

1 : partie tendineuse centrale du diaphragme (centre phrénique); 2 : veine cave inférieure; 3 : nerf grand splanchnique; 4 : pilier droit; 5 : nerf sous-costal (12^e paire intercostale); 6 : nerf iliohypogastrique; 7 : nerf ilio-inguinal; 8 : nerf fémorocutané; 9 : nerf phrénique; 10 : nerf phrénique gauche et ses branches sur la face abdominale du diaphragme montrant l'innervation centrifuge du diaphragme; 11 : aorte passant dans l'hiatus aortique formé par le ligament arqué médian; 12 : pilier gauche du diaphragme; 13 : arcade du psoas; 14 : partie musculaire charnue du diaphragme; 15 : arcade du carré des lombes; 16 : 12^e côte; 17 : vaisseaux segmentaires lombaires; 18 : muscle psoas; 19 : muscle carré des lombes; 20 : nerf génito-fémoral; 21 : tronc du sympathique.

Source : Obeid I, Vital JM, Gille O. Abords antérolatéraux de la charnière thoracolombaire. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales—Orthopédie—Traumatologie*, article 44-136. 2009.

sternales s'insèrent sur la face postérieure de l'apophyse xiphoïde du sternum. Les fibres ayant une origine costale s'insèrent sur la face interne des six derniers cartilages costaux et des quatre dernières côtes. À ce niveau, les languettes musculaires sont imbriquées avec les insertions costales du muscle transverse de l'abdomen. En regard des deux derniers espaces intercostaux, les insertions se font sur les pointes cartilagineuses des côtes ainsi que sur des arcades fibreuses les réunissant. En bas et en arrière, les fibres musculaires s'insèrent au niveau vertébral par deux piliers et au niveau lombaire sur deux arcades fibreuses de chaque côté. Les piliers sont des structures musculotendineuses qui s'insèrent à la partie latérale de la face antérieure des corps vertébraux de L1 à L4 à droite, de L1 à L3 à gauche; ils sont intimement intriqués avec le ligament longitudinal antérieur. Ils se réunissent sur la ligne médiane en regard du disque T11-T12, formant l'orifice aortique ou arcade médiane des piliers.

Chaque pilier est formé de trois faisceaux : le faisceau interne, le plus individualisé des trois, s'entremêle avec le faisceau interne controlatéral pour former les orifices aortique et œsophagien du diaphragme. Le faisceau moyen, le plus important des trois, est formé de fibres ascendantes se terminant dans l'échancrure postérieure du centre phrénique. Le faisceau externe grêle peu individualisable fait corps avec les faisceaux qui se détachent de l'arcade du psoas. Le ligament arqué médial est tendu du pilier à l'apophyse transverse de L1 et passe au-dessus du muscle psoas. Le ligament arqué latéral est tendu du sommet de l'apophyse transverse de L1 jusqu'à la pointe de la 12^e côte; il recouvre le muscle carré des lombes. À ce niveau, le diaphragme est traversé par la chaîne sympathique, les nerfs petit, moyen et grand splanchniques, la racine interne ou médiale de l'azygos et le canal thoracique.

Abord trans-pleuro-rétropéritonéal

L'incision dépend de l'exposition souhaitée. Elle suit le trajet de la côte à réséquer (9^e ou 10^e) puis elle s'incurve au niveau des cartilages costaux pour joindre le milieu de la ligne reliant l'ombilic à l'épine iliaque antéro-supérieure. Pour ceci, la ligne médiane antérieure et la ligne des épineuses en arrière doivent être repérables dans le champ opératoire (fig. 5.6).

Dans le secteur lombaire, les muscles obliques externes et obliques internes sont sectionnés au bistouri électrique. Ces deux muscles sont facilement identifiables par la direction de leurs fibres. Le muscle transverse n'est pas coupé d'emblée.

Dans la région thoracique, les muscles de la paroi sont sectionnés (fig. 5.7). La côte est abordée en sous-périoste afin de

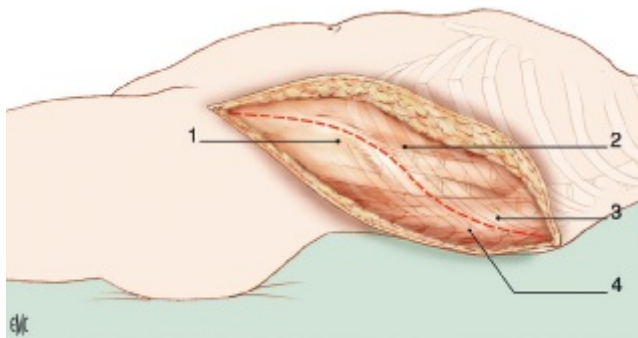


Fig. 5.6

Après incision de la peau et du tissu sous-cutané, l'incision musculaire (en pointillé) va suivre le relief de la 10^e ou 9^e côte.

1 : muscle oblique externe; 2 : muscle serratus antérieur; 3 : relief de la 10^e côte; 4 : muscle grand dorsal.

Source : Obeid I, Vital JM, Gille O. Abords antérolatéraux de la charnière thoracolombaire. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales—Orthopédie—Traumatologie, article 44-136. 2009.

diminuer le saignement, de protéger le pédicule intercostal et de faciliter la désinsertion des muscles intercostaux. La face profonde de la côte est par la suite séparée du périoste qui est collé sur la plèvre pariétale à l'aide d'une rugine à côte ou une rugine droite de Farabeuf. La jonction chondro-costale est sectionnée au bistouri froid; la préparation de la face profonde de la côte est complétée d'avant en arrière puis la côte est coupée en arrière à l'aide d'un costotome. L'hémostase de la tranche de section est faite à l'aide de la cire. La plèvre pariétale est ouverte le long du lit de la côte en même temps que le périoste profond. Le poumon est récliné à l'aide d'une valve souple, appuyée sur un champ (fig. 5.8).

Le cartilage costal est incisé dans le sens de l'incision cutanée. Les deux extrémités sont repérées par un fil pour faciliter la fermeture ultérieure. Sur sa face profonde, l'insertion des fibres musculaires du transverse de l'abdomen est discisée aux ciseaux à bouts mousse en faisant attention de diriger ces derniers vers l'arrière pour éviter une brèche péritonéale. En cas de brèche, celle-ci est suturée d'emblée au fil résorbable. Le péritoine est par la suite décollé de la face profonde du muscle transverse à l'aide d'un tampon monté, puis le muscle est coupé au bistouri électrique. Ce décollement est important pour permettre la suture du muscle transverse à la fin de l'intervention (fig. 5.9).

La face abdominale du diaphragme est dégagée du péritoine (fig. 5.10). Le diaphragme est sectionné à 1,5 cm de son insertion pariétale, de l'avant vers l'arrière sur des fils repères.

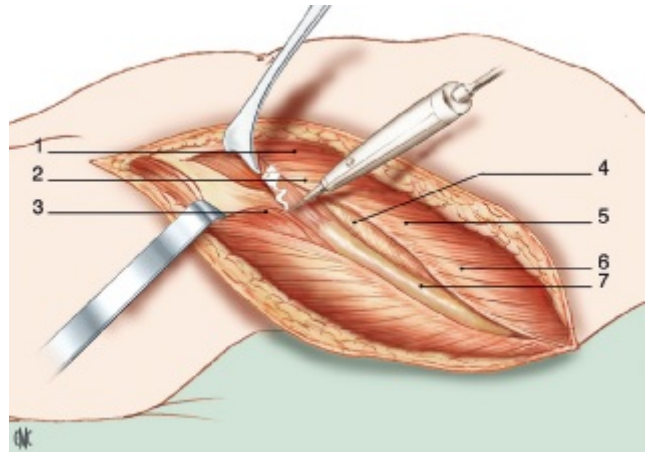


Fig. 5.7

Section des muscles.

La section du muscle transverse doit être faite après dégagement de sa face profonde afin d'éviter une brèche péritonéale.

1 : muscle oblique externe; 2 : muscle oblique interne; 3 : muscle transverse qui s'insère sur la face profonde du cartilage costal; 4 : muscle intercostal; 5 : muscle serratus antérieur; 6 : muscle grand dorsal; 7 : 10^e côte.

Source : Obeid I, Vital JM, Gille O. Abords antérolatéraux de la charnière thoracolombaire. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales—Orthopédie—Traumatologie, article 44-136. 2009.

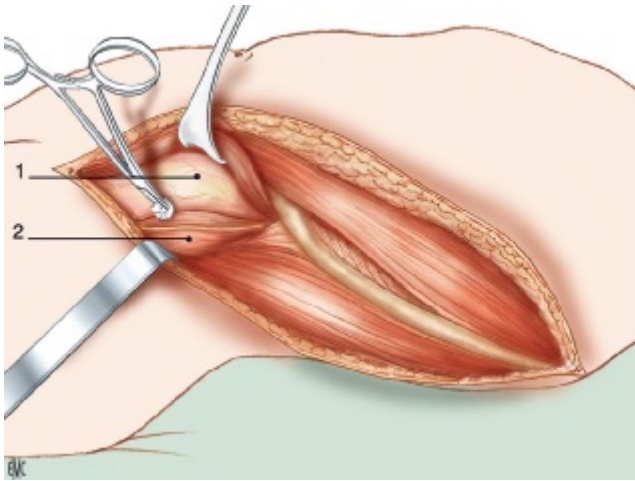


Fig. 5.8

Dégagement du rétropéritoine au tampon monté.

Le dégagement du rétropéritoine peut aussi être fait après ouverture de la plèvre et section du cartilage costal.

1 : Sac péritonéal; 2 : muscle psoas.

Source : Obeid I, Vital JM, Gille O. *Abords antérolatéraux de la charnière thoracolombaire*. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales – Orthopédie – Traumatologie, article 44-136. 2009.

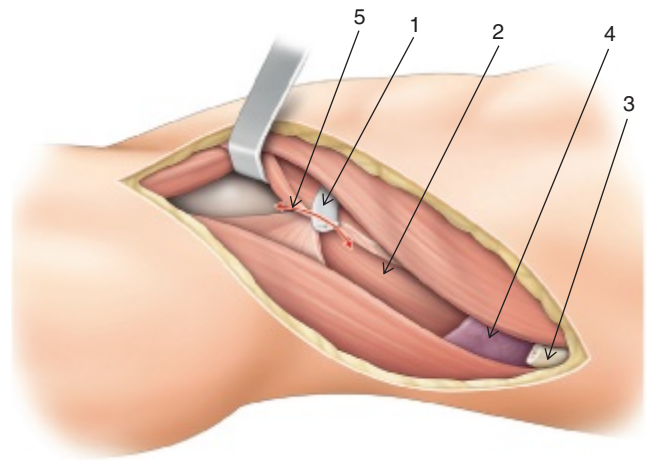


Fig. 5.9

Aspect après résection de la côte et ouverture de la plèvre pariétale.

1 : cartilage costal; 2 : face thoracique du diaphragme; 3 : bout proximal de la côte réséquée; 4 : poumon; 5 : futur trajet de la section du cartilage costal.

D'après Obeid I, Vital JM, Gille O. *Abords antérolatéraux de la charnière thoracolombaire*. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales – Orthopédie – Traumatologie, article 44-136. 2009.

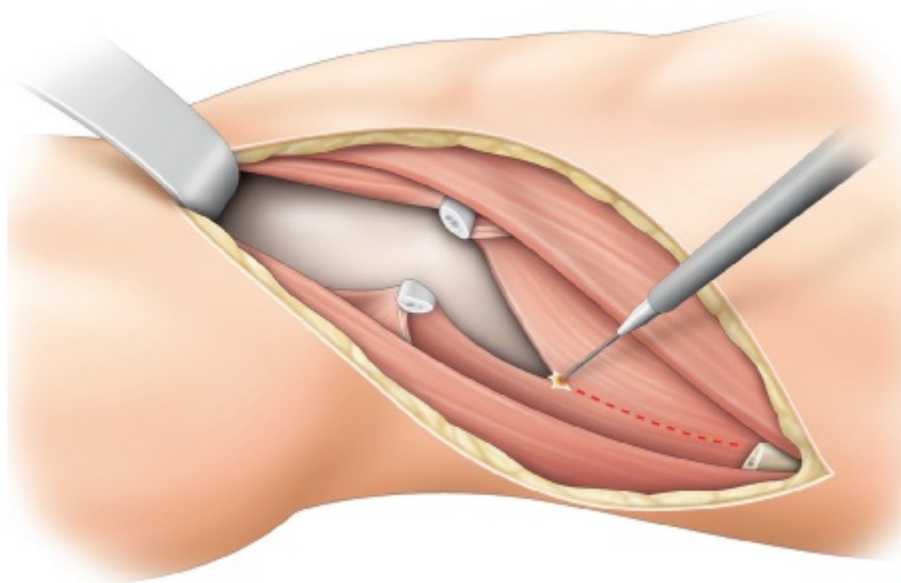


Fig. 5.10

Section du cartilage costal et du diaphragme.

La section du diaphragme doit se faire à 1 cm de sa périphérie permettant sa suture à la fin de l'intervention et préservant son innervation.

D'après Obeid I, Vital JM, Gille O. *Abords antérolatéraux de la charnière thoracolombaire*. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales – Orthopédie – Traumatologie, article 44-136. 2009.

L'écarteur de Finochietto est ouvert prudemment en vérifiant l'absence de parenchyme pulmonaire entre ses valves et la paroi thoracique. Les arcades du carré des lombes et du psoas sont exposées successivement (fig. 5.11). Les viscères abdominaux sont refoulés en avant et le(s) pilier(s) identifié(s) et sectionné(s) sur fils repères. L'hémostase de veines en arrière

du(es) pilier(s) est nécessaire. La plèvre pariétale prévertébrale est ouverte en regard des disques, puis ensuite séparée des vaisseaux segmentaires et coupée progressivement selon la longueur désirée en partant de bas en haut (fig. 5.12). Le rachis lombaire est exposé après ligature des vaisseaux segmentaires en passant en avant du psoas dont les fibres sont désinsérées

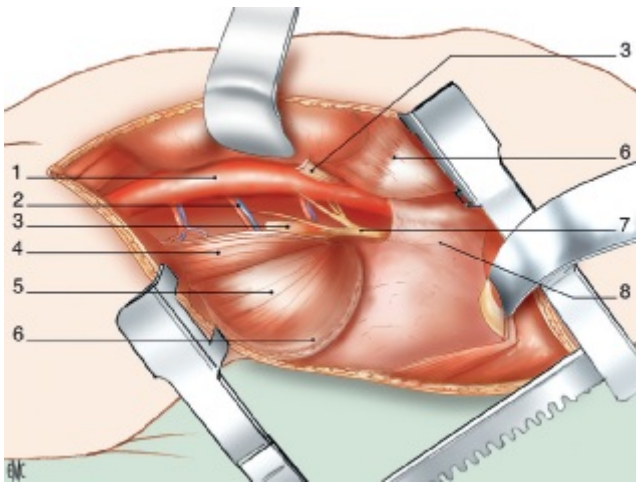


Fig. 5.11

Après section du diaphragme et de son pilier gauche, la plèvre pariétale postérieure est incisée de bas en haut après l'avoir séparée des vaisseaux segmentaires.

1 : aorte abdominale; 2 : vaisseaux segmentaires lombaires; 3 : pilier gauche sectionné; 4 : psoas; 5 : carré des lombes; 6 : diaphragme; 7 : chaîne prévertébrale, sympathique; 8 : plèvre.

Source : Obeid I, Vital JM, Gille O. Abords antérolatéraux de la charnière thoracolombaire. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales—Orthopédie—Traumatologie, article 44-136. 2009.

des disques lombaires et réclinées vers l'arrière. L'aorte abdominale est écartée vers la droite. Dans la partie thoracique, l'exposition est identique à une thoracotomie.

La fermeture doit commencer par la suture de la plèvre prévertébrale; ensuite, le diaphragme est suturé dans le sens inverse de son incision, du pilier vers la paroi, en s'aidant des fils repères posés pendant l'abord. Pour éviter les adhérences pulmonaires, il est préférable de poser les points sur le versant rétropéritonéal du muscle. Les muscles de la paroi abdominale sont fermés en deux plans. Un plan profond groupant les muscles transverse de l'abdomen et oblique interne et un plan superficiel comprenant le muscle oblique externe. Le cartilage costal est suturé par deux points séparés. Un drain thoracique est passé en arrière du poumon et les côtes sont rapprochées par deux points en fil non résorbable. Les plans superficiels sont suturés un par un.

Abord rétro-pleuro-rétropéritonéal

Cet abord permet d'accéder au rachis lombaire de L1 à L5 et aux deux dernières vertèbres thoraciques en réséquant la 12^e côte (rarement la 11^e). Cette voie n'est pas adaptée pour accéder au rachis thoracique au-dessus de la 11^e vertèbre.

La clé de la réalisation de cette voie est l'abord de l'espace inframédiastinal postérieur avec section des muscles paravertébraux à l'angle costo-lombaire et résection de la 12^e côte.

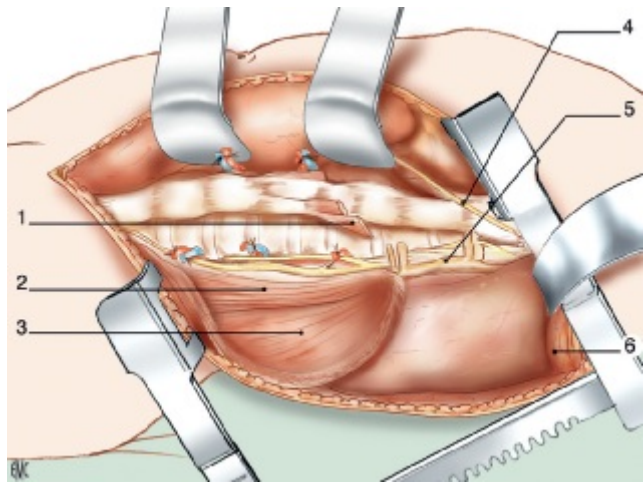


Fig. 5.12

Exposition de la charnière thoraco-lombaire après ouverture de la plèvre pariétale prévertébrale et ligature et section des vaisseaux segmentaires.

1 : pilier gauche sectionné; 2 : psoas; 3 : carré des lombes; 4 : nerf grand splanchnique; 5 : tronc du sympathique; 6 : poumon gauche récliné.

Source : Obeid I, Vital JM, Gille O. Abords antérolatéraux de la charnière thoracolombaire. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales—Orthopédie—Traumatologie, article 44-136. 2009.

Les avantages principaux de cette voie d'abord sont :

- la section du diaphragme à sa partie toute postérieure et de son pilier gauche;
- la diminution des douleurs costales postopératoires;
- l'absence d'ouverture pleurale.

L'incision est en trois segments : la partie proximale est verticale à 2 cm des épineuses de T10 jusqu'à T12. La partie intermédiaire est oblique et suit le relief de la 12^e côte. La partie distale est antérolatérale, identique à une lombotomie classique. Après incision des tissus mous sous-cutanés, le plan de séparation des muscles paravertébraux et de la paroi thoracique est identifié. Les muscles paravertébraux sont écartés vers la ligne des épineuses. Les muscles de la paroi thoracique sont coupés. La 12^e côte est abordée en sous-périosté sur toute sa longueur. Les muscles obliques externes et internes sont coupés. Le muscle transverse est discisé aux ciseaux et séparé du péritoine. Le dégagement rétropéritonéal du diaphragme et des corps vertébraux est sans particularité.

La côte est bien préparée et le 12^e nerf intercostal protégé. On commence par la section antérieure de la côte à 2 cm de son extrémité, puis sa face profonde est dégagée prudemment d'avant en arrière en sous-périosté jusqu'à la tête de côte. La côte est réséquée, ou mieux, désarticulée. Le cul-de-sac pleural est identifié dans la moitié postérieure du lit costal et récliné en dedans, dégageant le versant thoracique du diaphragme. La plèvre pariétale est moins adhérente à sa partie postérieure et est plus facile à disséquer. La partie toute postérieure du diaphragme est coupée par la suite du

latéral en médial jusqu'au pilier gauche. La plèvre prévertébrale est facile à dégager des corps vertébraux. Les pédicules sont ensuite liés et le pilier diaphragmatique coupé comme dans une thoraco-phréno-lombotomie classique. L'écarteur de Finochietto est installé entre la crête iliaque et la 11^e côte. Si la 12^e côte est rudimentaire, c'est la 11^e côte qui est réséquée. En cas de brèche pleurale, celle-ci est suturée d'emblée. Une manœuvre de Valsalva vérifie l'étanchéité pleurale avant la fermeture. La fermeture est sans particularité.

Lombotomie

Cette voie donne accès à la face latérale et antérieure des corps vertébraux de L2 à L5 [7].

L'incision cutanée est longue. Elle débute à 2 cm de la ligne médiane en regard de l'épineuse de T11, puis suit le relief de la douzième côte et joint le milieu de la ligne qui relie l'épine iliaque antéro-supérieure à l'ombilic. En cas d'abord allant jusqu'en L5, une prolongation distale est nécessaire. Après section de la peau et du tissu sous-cutané, le premier plan musculaire est coupé au bistouri électrique : en avant le muscle oblique externe et en arrière le grand dorsal (fig. 5.13). Les muscles oblique interne et serratus sont sectionnés par la suite. Classiquement, pour un abord jusqu'en L2, la moitié distale de la 12^e côte doit être réséquée sinon un passage en sous-costal est possible (fig. 5.14).

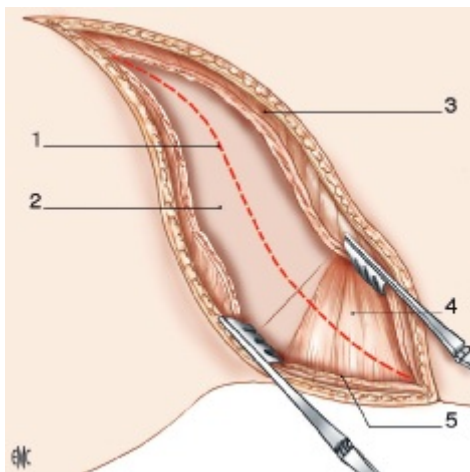


Fig. 5.13

Le plan musculaire superficiel est sectionné, grand dorsal en arrière et oblique externe en avant.

1 : incision du plan du serratus et oblique interne; 2 : muscle oblique interne; 3 : muscle oblique externe; 4 : muscle serratus postérieur et inférieur; 5 : muscle grand dorsal.

Source : Obeid I, Vital JM, Gille O. Abords antérolatéraux de la charnière thoracolombaire. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales – Orthopédie – Traumatologie, article 44-138. 2009.

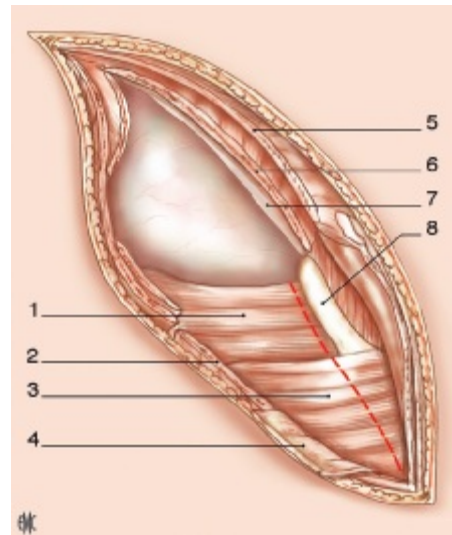


Fig. 5.14

L'ouverture du rétropéritoine doit être faite d'une manière atraumatique après discision du muscle transverse.

Le passage proximal se fait en transcostal ou en sous-costal selon les pointillés.

1 : carré des lombes; 2 : grand dorsal; 3 : ilio-costal; 4 : serratus postérieur et inférieur; 5 : oblique externe; 6 : oblique interne; 7 : transverse de l'abdomen; 8 : 12^e côte.

Source : Obeid I, Vital JM, Gille O. Abords antérolatéraux de la charnière thoracolombaire. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales – Orthopédie – Traumatologie, article 44-138. 2009.

La discision au ciseau à bout mousse du muscle transverse va donner accès au rétropéritoine (fig. 5.15). Le plan de clivage entre les muscles petit oblique et transverse de l'abdomen est identifié à l'aide du tissu cellulaire avasculaire relativement constant qui les sépare. L'écartement des côtes de la crête iliaque se fait à l'aide d'un écarteur de Finochietto. La dissection de rétropéritoine est faite à l'aide d'un tampon monté. Le rein, la rate et le sac péritonéal sont écartés en avant et à droite. L'uretère est repéré avec ses reptations caractéristiques (fig. 5.16). Les disques intervertébraux sont reconnus facilement grâce à leur couleur et leur relief. Après le dégagement de la face latérale des disques, les vaisseaux segmentaires sont ligaturés au niveau de chaque corps vertébral, le plus loin possible du foramen. Le muscle psoas est récliné progressivement vers l'arrière et ses attaches sur la colonne sont coupées au bistouri électrique. Il est conseillé d'éviter de couper le tronc principal du plexus sympathique. Cependant, les collatéraux sont souvent sacrifiés pendant l'exposition des corps vertébraux. Une hyperémie du membre inférieur gauche postopératoire est assez fréquente. Elle régresse souvent spontanément.

Pour l'instrumentation de L5, le paquet vasculaire iliaque doit être mobilisé. Dans certains cas, l'ancillaire doit être passé à travers l'aile iliaque qui doit être fenestrée.

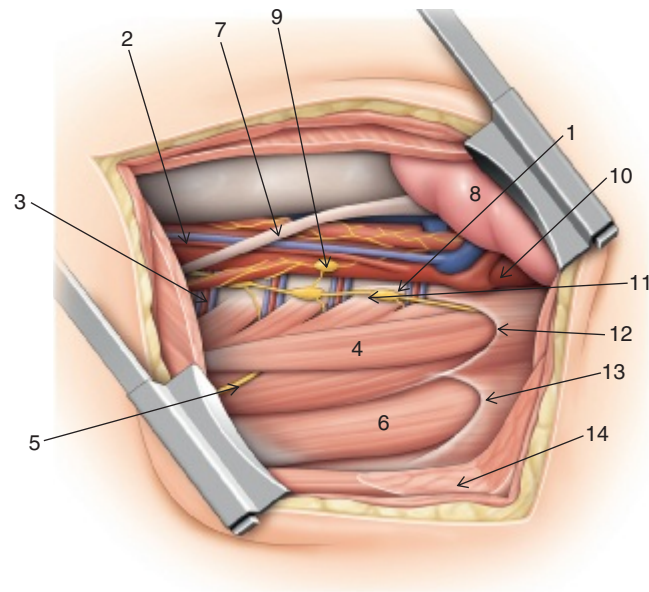


Fig. 5.15

Aspect du rétropéritoine après refoulement en dedans du sac péritonéal et de l'appareil urinaire.

1 : pilier gauche du diaphragme; 2 : vaisseaux testiculaires; 3 : vaisseau segmentaire lombaire; 4 : psoas; 5 : nerf fémorocutané; 6 : muscle carré des lombes; 7 : uretère; 8 : rein gauche; 9 : ganglion sympathique mésentérique inférieur; 10 : aorte abdominale; 11 : tronc du sympathique; 12 : arcade du psoas; 13 : arcade du carré des lombes; 14 : muscle ilio-costal.

D'après Obeid I, Vital JM, Gille O. Abords antérolatéraux de la charnière thoracolombaire. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales—Orthopédie—Traumatologie, article 44-138. 2009.

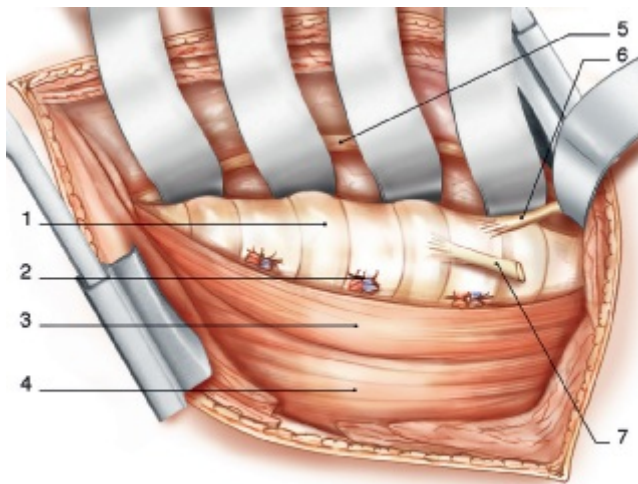


Fig. 5.16

Exposition de la colonne vertébrale lombaire. Après hémostase des vaisseaux segmentaires et section du pilier gauche du diaphragme.

1 : disque intervertébral; 2 : vaisseaux lombaires segmentaires sectionnés; 3 : muscle psoas; 4 : carré des lombes; 5 : uretère gauche récliné avec le sac péritonéal; 6 : pilier droit; 7 : pilier gauche sectionné par un abord de L2 ou proximal à L2.

Source : Obeid I, Vital JM, Gille O. Abords antérolatéraux de la charnière thoracolombaire. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales—Orthopédie—Traumatologie, article 44-138. 2009.

La fermeture se fait en trois plans : le plan profond qui regroupe le muscle transverse de l'abdomen et le muscle oblique profond en avant et le muscle serratus antérieur en arrière, le plan intermédiaire qui comprend le muscle oblique en avant et le grand dorsal en arrière, puis le plan cutané et sous-cutané.

Bibliographie

- Auoyer N, Vital JM, Gilles O. Voie d'abord du rachis thoracique. In : Techniques chirurgicales—Orthopédie—Traumatologie. Encycl Méd Chir, Paris : Elsevier; 2009. p. 44–134.
- Birch BD, Dessai RD, McCormack PC. Surgical approaches to the thoracolumbar spine. Neurosurg Clin N Am 1997; 8 : 471–85.
- Feron JM. Les voies d'abord du rachis dorsolombaire. In : Conférence d'enseignement de la Sofcot no 55; Paris : Expansion Scientifique Française; 1996. p. 211–20.
- Lassale B, Guigui P, Delecourt C. Voies d'abord du rachis. In : Techniques chirurgicales—Orthopédie—Traumatologie. Encycl Méd Chir, Elsevier : Paris; 1995. p. 44–150 22 p.
- Louis R. Chirurgie du rachis, anatomie chirurgicale et voie d'abord. Berlin : Springer Verlag; 1993.
- Obeid I, Vital JM, Gille O. Abords antérolatéraux de la charnière thoracolombaire. In : Techniques chirurgicales—Orthopédie—Traumatologie. Encycl Méd Chir, Paris : Elsevier; 2009. p. 44–136.
- Roy-Camille R. Atlas de chirurgie orthopédique. Tome 1 : généralités—rachis. Paris : Masson; 1988.

Voies d'abord antérieures et postérieure du rachis cervical

I. Ghanem, E. Mansour

PLAN DU CHAPITRE

Voies d'abord antérieures	44
Voie transorale	44
Voie antéromédiale	44
Voie antérolatérale	45
Voie rétropharyngée antéromédiale haute	45
Voie rétropharyngée antérolatérale haute	46
Voie postérieure	46
Indications	46

Les voies d'abord du rachis cervical peuvent être divisées en deux grandes parties : les voies antérieures et la voie postérieure. Les voies antérieures exigent une connaissance approfondie de l'anatomie cervicale étant donné les structures vitales qui passent à la face antérieure du cou, alors que la voie postérieure évite ces structures au prix d'un risque plus élevé d'infection, de perte de la lordose cervicale et de douleur postopératoire.

Voies d'abord antérieures

Voie transorale

La voie transorale permet une exposition de la ligne médiane antérieure allant de la première vertèbre cervicale (C1) jusqu'au disque intervertébral entre la deuxième (C2) et la troisième vertèbre cervicale (C3).

Une extension supérieure, par séparation du palais dans ses parties molle et dure, permet une exposition du foramen magnum jusqu'au clivus inférieur de l'occiput.

Une antibioprophylaxie, couvrant les germes à Gram positif et négatif, est nécessaire avant l'incision [1] vu le risque élevé d'abcès rétropharyngé. Une distance minimale de 2,5 cm, entre les dents maxillaires et mandibulaires, à l'ouverture de la bouche, est requise [2]. Après palpation du tubercule antérieur de l'arc de C1 au fond de la cavité buccale, vérifiée par fluoroscopie, cette voie procède par une incision de 3 à 5 cm de long à travers la muqueuse du pharynx jusqu'au fascia prévertébral en regard de l'arc antérieur de C1. L'ouverture du fascia expose les muscles longs de la tête et du cou; une dissection transversale sous-périostée de ces muscles est effectuée, limitée par la présence de l'artère vertébrale à environ 2,3 cm de la ligne médiane au niveau de C1 et à 1,4 cm au niveau de C2. Au-dessous du périoste écarté à l'aide d'un écarteur autostatique, se trouve le ligament longitudinal antérieur qui est coupé au bistouri électrique jusqu'à exposition de l'arc vertébral antérieur de C1 et/ou de C2.

La fermeture se fait en deux plans, un plan pour les muscles longs et un plan pour la muqueuse pharyngienne, par des points simples de fils 3/0 résorbables.

Une incision de la lèvre inférieure suivie d'une ostéotomie verticale de la mandibule à travers la protubérance mentonnière et d'une séparation de la langue au niveau du sillon médian permet une extension inférieure de cette voie d'abord jusqu'au corps vertébral de la quatrième vertèbre cervicale (C4).

Une complication majeure de cette voie est l'abcès rétropharyngé évité par la continuation de l'antibiothérapie pour 3 jours postopératoires et par la pose d'une sonde nasogastrique pour 5 jours.

Voie antéromédiale (fig. 6.1)

Décrite par Robinson et Smith en 1955 [3], et permettant un accès allant de C3 jusqu'à la première vertèbre thoracique (T1), cette voie nécessite une évaluation préopératoire de l'extension du cou qui doit être non douloureuse, ainsi qu'une imagerie par résonance magnétique (IRM) précisant le trajet de l'artère vertébrale.

Cette voie se fait avec le patient en Trendelenburg inversé de 20° avec un billot sous les épaules; les abords du côté droit ou du côté gauche ne diffèrent pas quant aux résultats et complications [4].

Après préparation du site opératoire, une incision transversale, de 3 à 5 cm de longueur si la chirurgie concerne moins de trois niveaux vertébraux, ou verticale, le long du bord antérieur du sterno-cléido-mastoïdien (SCM) à 1 cm en dedans de son bord médial, est effectuée.

L'incision transversale s'étend le long d'un pli cutané, de 1 cm en dedans de la ligne médiane du cou jusqu'au bord médial du SCM et cela en regard de l'os hyoïde pour C3,

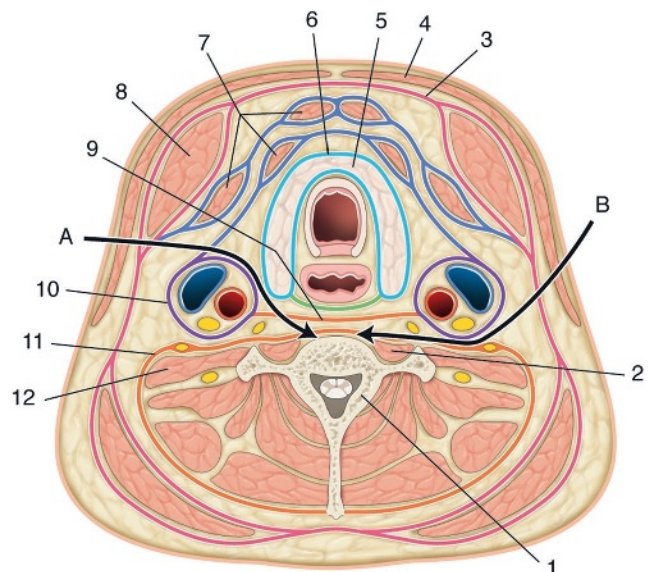


Fig. 6.1

Voies antéromédiale et antérolatérale du rachis cervical.

A : voie antéromédiale médiale à la gaine carotidienne; B : voie antérolatérale latérale à la gaine carotidienne; 1 : vertèbre C7; 2 : muscle long du cou; 3 : fascia cervical; 4 : platysma; 5 : glande thyroïde; 6 : lame prétrachéale; 7 : muscles infra-hyoïdiens; 8 : muscle sterno-cléido-mastoïdien; 9 : fascia alaire; 10 : gaine carotidienne; 11 : fascia prévertébral; 12 : muscle scalène antérieur.

le cartilage thyroïdien pour C4 et le cartilage cricoïde pour septième vertèbre cervicale ou C6 (fig. 6.2).

Après l'incision cutanée, apparaît le platysma qui est ouvert verticalement ou horizontalement jusqu'à l'apparition du fascia cervical qui couvre les muscles infra-hyoïdiens et le SCM.

L'ouverture du fascia cervical et la constitution de l'espace entre les muscles infra-hyoïdiens d'une part et le SCM d'autre part exposent la lame prétrachéale qui elle-même est ouverte verticalement par des ciseaux à disséquer Metzembbaum le long du bord médial du SCM, de façon à éviter la lésion des vaisseaux thyroïdiens et des nerfs laryngés, à l'exception de la veine thyroïdienne moyenne qui peut être ligaturée pour une meilleure exposition. Une fois cette lame ouverte, le chirurgien sera capable d'écarter l'œsophage et la trachée en médial et de palper le rachis cervical. Il est primordial que la dissection soit tout le temps en médial pour éviter la gaine carotidienne.

Un écarteur autostatique à griffes mousses, posé entre la gaine carotidienne en latéral et le couple œsophage-trachée en médial, permet d'exposer le fascia prévertébral qui est lui-même ouvert aux ciseaux à disséquer Metzembbaum jusqu'au muscle long du cou. Les muscles longs du cou sont écartés transversalement en sous-périosté jusqu'aux articulations uncovertébrales et la vertèbre ciblée doit être identifiée à ce stade par fluoroscopie.

La fermeture de cet abord se fait en deux plans, un plan pour le platysma et un autre pour la peau; l'utilisation d'un drain pour éviter la constitution d'un hématome cervical est conseillée.

Une extension caudale de la voie antéromédiale par manubriotomie sternale est possible [5].

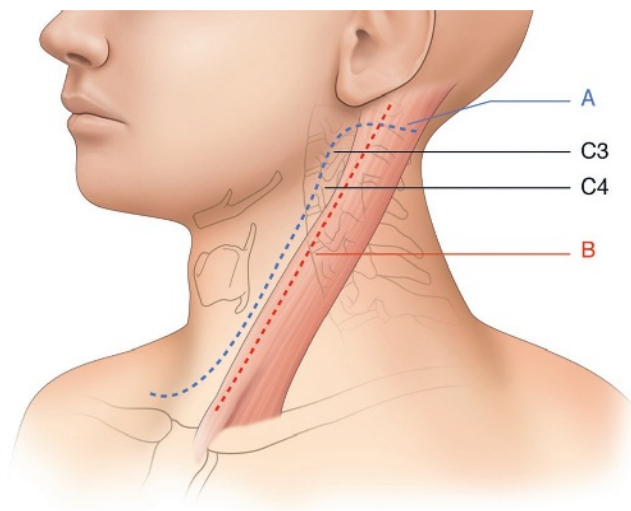


Fig. 6.2

Les niveaux des incisions cutanées des voies antérieures.
A : incision longitudinale; B : sterno-cléido-mastoïdien.

Voie antérolatérale (voir fig. 6.1)

Décrite par Hodgson en 1965 [6], cette approche permet un accès au rachis cervical allant de C3 à la septième vertèbre cervicale (C7).

Par une dissection latérale à la gaine carotidienne, cette voie s'éloigne des vaisseaux thyroïdiens, du nerf vague et du nerf laryngé supérieur. Elle commence par l'ouverture des mêmes plans que la voie antéromédiale jusqu'au fascia cervical. À cette étape le plan entre le bord postérieur du SCM et le muscle scalène antérieur est individualisé. La dissection à partir de ce point doit rester tout le temps antérieure au tubercule antérieur du processus transverse pour éviter la lésion de l'artère vertébrale et des racines nerveuses. Cette dissection aboutit au fascia prévertébral dont l'ouverture permet d'identifier les muscles longs du cou qui sont écartés transversalement en sous-périosté de médial en latéral pour aboutir au ligament longitudinal antérieur.

La chaîne cervicale sympathique est localisée au bord antérieur du muscle long du cou. La dissection sous-périostée de ce muscle évite la lésion de la chaîne sympathique manifestée par le syndrome de Horner.

Voie rétropharyngée antéromédiale haute

Décrite par McAfee [7] en 1987 et considérée comme une extension supérieure de la voie antéromédiale, cette voie extra-orale prévasculaire permet un accès à C2 et C3 au prix d'un risque élevé de lésion du « rameau marginal de la mandibule du nerf facial », du nerf hypoglosse ainsi que du nerf laryngé supérieur [8].

L'incision cutanée se fait sur un cou en extension-rotation controlatérale et s'étend horizontalement à 2 cm au-dessous du bord inférieur de la mandibule, puis verticalement vers le processus mastoïde. À ce stade, le platysma et le fascia cervical sont ouverts, en restant bas afin d'épargner le rameau marginal de la mandibule qui peut être localisé par un stimulateur électrique, puis, la glande sous-mandibulaire est identifiée et écartée vers le haut par son bord inférieur. L'écartement de la glande sous-mandibulaire expose le muscle digastrique dont la section donne accès tout d'abord au nerf hypoglosse qui est disséqué vers le haut ainsi qu'aux muscles longs du cou au-dessous du fascia prévertébral qui sont eux écartés transversalement en sous-périosté du médial en latéral pour atteindre le ligament longitudinal antérieur.

L'accès aux muscles longs du cou se fait en passant dans l'espace entre la gaine carotidienne en latéral et le fascia viscéral contenant le larynx et le pharynx en médial.

Le nerf laryngé supérieur, non identifié durant cette voie, peut être lésé par les forces de traction lors d'un écartement agressif.

Voie rétropharyngée antérolatérale haute

Décrite par Whitesides en 1966 [9], cette approche permet une exposition du rachis cervical supérieur allant de C1 à C3 par une voie latérale à la gaine carotidienne épargnant les branches antérieures de l'artère carotide interne, de la veine jugulaire interne et des nerfs vague et hypoglosse.

L'incision cutanée s'étend à partir du processus mastoïde le long du bord interne du SCM. La veine jugulaire externe est identifiée et ligaturée avec conservation du nerf grand auriculaire qui passe à côté.

À ce stade, un détachement du SCM et du muscle splénius de la tête au niveau de leurs insertions au processus mastoïde permet de les séparer en latéral avec le nerf accessoire de la gaine carotidienne qui, elle-même, est écartée en médial. Le fascia prévertébral est alors exposé et un écartement transversal sous-périosté du médial en latéral des muscles longs du cou est effectué.

Cette voie porte un risque élevé de lésion du nerf accessoire qui passe à travers le SCM à 3 cm distal au processus mastoïde.

Voie postérieure

Considérée comme la voie la plus utilisée et la moins risquée, elle permet un accès aux éléments postérieurs des vertèbres cervicales allant de C1 à C7.

La position optimale du patient est en décubitus ventral avec la tête dans un étrier de Mayfield (fig. 6.3) ou un halo crânien ou tout simplement sur un appui frontal en évitant une pression durable et élevée sur l'artère angulaire



Fig. 6.3

Position en décubitus ventral, pour la voie postérieure, avec la tête dans un Mayfield.

pouvant être source de cécité. L'incision cutanée est longitudinale médiane s'étalant de la protubérance occipitale externe jusqu'en regard du processus épineux de la vertèbre requise. Cette voie continue à travers le ligament nuchal avasculaire jusqu'à atteindre le tubercule postérieur de C1 et les processus épineux des autres vertèbres cervicales.

À ce niveau, une dissection latérale sous-périostée est effectuée le long de l'arc postérieur de C1 et les lames de C2 à C7 sans dépasser les 8 mm au bord supérieur de C1 [10] et sans dépasser le bord latéral des apophyses articulaires en sous-axial, afin d'éviter la lésion de l'artère vertébrale et du grand nerf occipital.

Il est préférable de préserver les ligaments sus- et inter-épineux surtout aux vertèbres limites de l'opération.

La fermeture se fait sur un Redon sous-fascial à plusieurs niveaux : les muscles paravertébraux, le tissu sous-cutané et enfin, la peau.

Indications

Les indications principales de chacune des voies d'abord du rachis cervical de l'enfant ainsi qu'une récapitulation résumée des champs opératoires qu'elles offrent et des extensions incisionnelles possibles sont présentées dans le [tableau 6.1](#).

Tableau 6.1 Les voies d'abord et leurs indications

Voie	Indications	Exposition	Extension
Transorale	Tumeur Ostéomyélite Séquelles post-traumatiques	C1-disque C2-C3	Crâniale : clivus de l'occiput Caudale : C4
Antéromédiale	Traumatisme Tumeur Spondylite	C3-T1	Extension caudale par manubriotomie
Antérolatérale	Traumatisme Tumeur Spondylite	C3-C7	
Rétropharyngée antéromédiale	Traumatisme Tumeur Spondylite	C2-C3	
Rétropharyngée antérolatérale	Traumatisme Tumeur Spondylite	C1-C3	
Postérieure	Instabilité occipito-cervicale Traumatisme Tumeur	C1-C7	Crâniale : occiput Caudale : vertèbres thoraciques

Bibliographie

- Beutler WJ, Sweeney CA, Connolly PJ. Recurrent laryngeal nerve injury with anterior cervical spine surgery risk with laterality of surgical approach. *Spine* 2001; 26 : 1337–42.
- Ebraheim N, Xu R, Ahmad M, et al. The quantitative anatomy of the vertebral artery groove of the atlas and its relation to the posterior atlantoaxial approach. *Spine* 1998; 23 : 320–3.
- Enepekides DJ, Donald PJ. Transoral approaches to the clivus and nasopharynx. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34 : 1105–21 ix.
- Henn JS, Lee MC, Rhoton AL, et al. Transoral approach to craniocervical junction and upper cervical spine. In : Kim DH, Henn JS, Vaccaro AR, editors. *Surgical Anatomy & Techniques to the Spine*. Philadelphia : Saunders Elsevier; 2006. p. 3–32.
- Hodgson AR. An approach to the cervical spine (C3-C7). *Clin Orthop* 1965; 39 : 129–34.
- Luk KD, Cheung KM, Leong JC. Anterior approach to the cervicothoracic junction by unilateral or bilateral manubriotomy, a report of five cases. *J Bone Joint Surg Am*, 84-A. 2002. p. 1013–7.
- McAfee PC, Bohlman HH, Riley LH, et al. The anterior retropharyngeal approach to the upper part of the cervical spine. *J Bone Joint Surg* 1987; 69 : 1371–83.
- Park SH, Sung JK, Lee SH, et al. High anterior cervical approach to the upper cervical spine. *Surg Neurol* 2007; 68 : 519–24.
- Robinson RA, Smith G. Anterolateral cervical disk removal and interbody fusion for cervical disk syndrome. *Bull Johns Hopkins Hosp* 1955; 96 : 223–4.
- Whitesides TE, Kelly RP. Lateral approach to the upper cervical spine for anterior fusion. *South Med J* 1966; 59 : 879–83.

Prise de greffe iliaque, de greffon tibial

H.-F. Parent

PLAN DU CHAPITRE

Greffe iliaque	50
Crête iliaque antérieure	50
Crête iliaque postérieure	50
Greffe tibiale	51

Malgré l'avènement des substituts osseux et des protéines inductrices de l'os, l'autogreffe reste la référence en matière de greffe osseuse mais au prix d'un temps opératoire supplémentaire.

Cette prise de greffe doit être bien réglée pour éviter d'augmenter la morbidité (infection, hématome et fracture du site donneur).

Pour un prélèvement osseux abondant, on aura recours à la crête iliaque antérieure ou postérieure et pour un étai mécanique vertébral antérieur, on optera pour le greffon tibial.

Greffe iliaque



Points clés

- La crête iliaque est une réserve importante d'os cortico-spongieux mais ne peut être utilisée qu'une fois. Savoir la prélever largement si nécessaire.
- La fermeture est un temps essentiel pour limiter les douleurs postopératoires
- Réinsérer soigneusement les muscles après un bon cirage de la zone de prélèvement.

Selon la position opératoire, elle peut être prélevée sur la crête iliaque antérieure ou au niveau du massif des épines iliaques postérieures.

Crête iliaque antérieure

Elle est indiquée pour la greffe intersomatique ou comme greffon tricortical.

En décubitus dorsal ou latéral, l'incision débute à 1 cm derrière l'épine iliaque antéro-supérieure pour éviter une lésion du nerf fémoro-cutané. Il faut décaler la cicatrice vers le bas pour passer sous les muscles larges de l'abdomen. Chez l'enfant, le cartilage de croissance sera ouvert en deux, bien au milieu, pour en décoller une demi-partie externe ou interne avec le périoste. Chez le plus grand, le périoste de la crête est ruginé au niveau de la zone à prélever. Le prélèvement peut concerner la face externe ou le plus souvent interne de l'aile iliaque, mais peut aussi être tricortical en prélevant le bord supérieur de la crête avec ses faces adjacentes. C'est la région du tubercule du moyen fessier qui donne les greffes les plus abondantes. L'hémostase doit être très soignée à la cire chirurgicale. La fermeture comportera la suture du cartilage de la crête ou la réinsertion des muscles et du périoste sur la crête.

Crête iliaque postérieure

Pour de l'os cortico-spongieux et spongieux en bonne quantité, ce prélèvement est indiqué dans l'arthrodèse pour scoliose ou spondylolisthésis. Elle est incompatible avec une ostéosynthèse par vissage iliaque.

En décubitus ventral ou genu-pectoral, l'opérateur est du côté opposé au prélèvement.

Le plus souvent, l'abord se fait par un décollement sous-cutané à partir de la cicatrice médiane ou de la voie de Wiltse, parfois par une incision directe horizontale ou oblique en bas et en dehors, centrée sur l'épine iliaque postéro-supérieure (fig. 7.1).

Après avoir inséré le périoste ou le cartilage au sommet de la crête iliaque, on désinsère à la rugine les muscles de l'aile iliaque externe avec le périoste. Faire attention à l'échappée de l'instrument vers le bas qui pourrait blesser l'artère fessière dans l'échancrure sciatique (fig. 7.2).

Bien exposer la grosse tubérosité et positionner deux écarteurs de Hohmann.

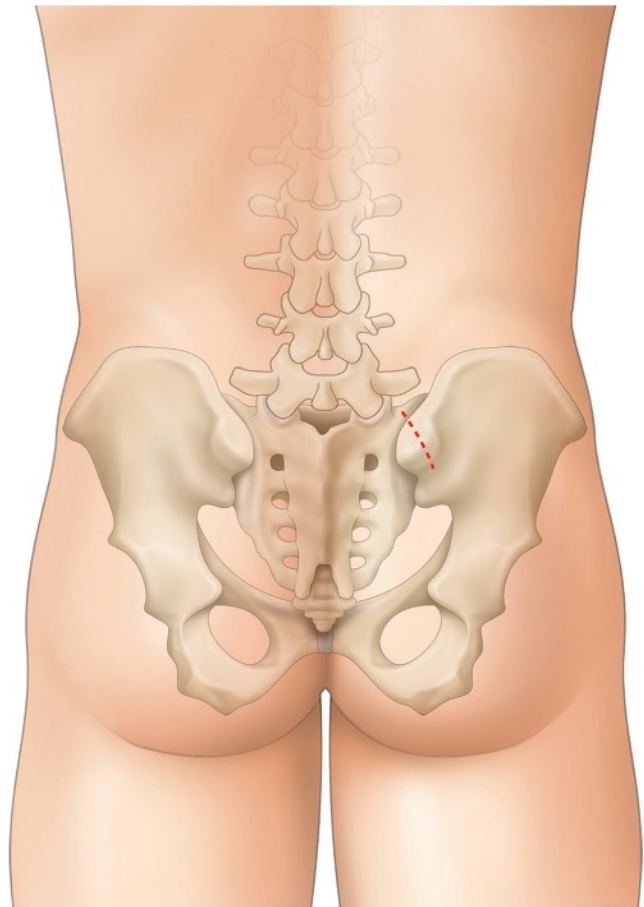


Fig. 7.1

Schéma de la prise de greffe iliaque antérieure.

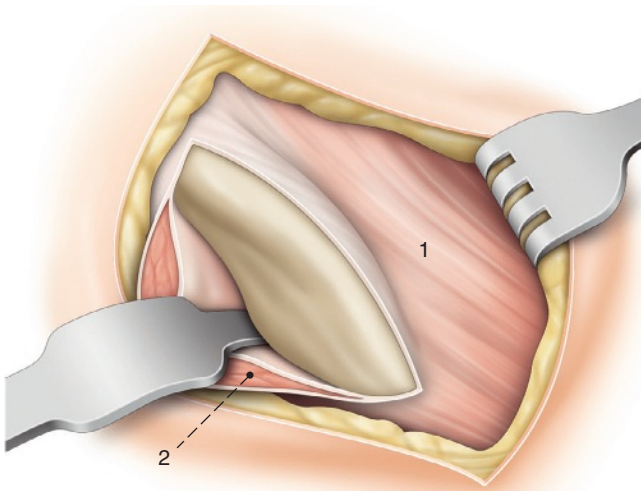
**Fig. 7.2**

Schéma de la prise de greffe iliaque postérieure.

1 : m. sacrospinalis; 2 : m. gluteus maximus.

Au ciseau courbe, faire plusieurs baguettes cortico-spongieuses, puis à la pince gouge de Stagnara, prélever les greffons spongieux. C'est dans la grosse tubérosité que la crête est la plus riche. Prélever jusqu'à la corticale interne sans la franchir. Faire attention à ne pas ouvrir la sacro-iliaque. Prélever tout le spongieux limite le saignement. L'hémostase soignée est réalisée à la cire chirurgicale. La fermeture s'effectue en réinsérant solidement les muscles sur la crête au fil résorbable. Un drain sous-cutané est placé dans le décollement.

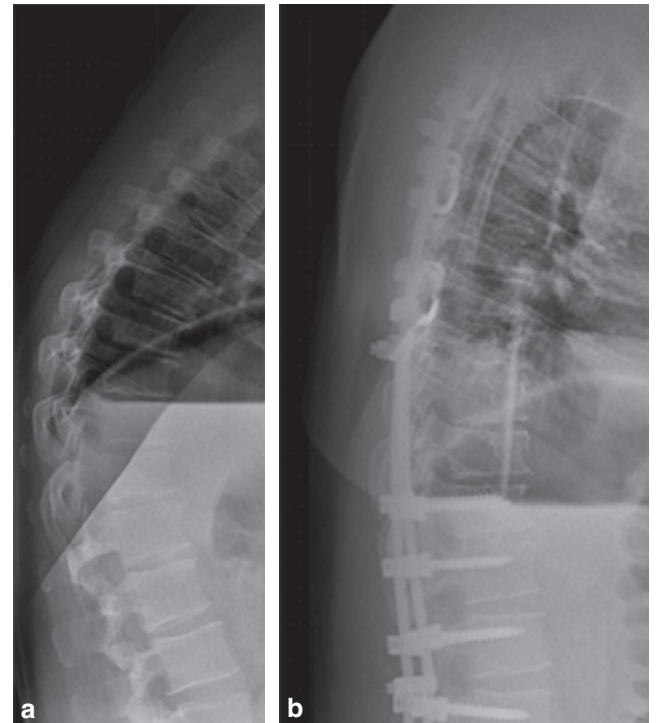
Greffe tibiale



Points clés

- Ne pas fragiliser les piliers du tibia afin d'éviter une fracture.
- Ce greffon doit être utilisé comme de la marqueterie.
- Le site receveur doit être parfaitement préparé et même si ce greffon doit être introduit contraint, il ne doit pas l'être en force sinon, il casse et tout le bénéfice de ce greffon étau est perdu.

Il s'agit d'un greffon à bonne valeur mécanique. Son prélèvement à la taille exactement nécessaire est facile. Il peut être large à la partie proximale du tibia (2,5 cm) et s'étendre

**Fig. 7.3**

Radiographies de profil : d'une cyphose thoracique (a) et de la greffe antérieure en étau avec baguette tibiale (b).

à la demande vers le bas avec une largeur qui diminue progressivement.

Il peut être utilisé en étau ou « palissade » dans les hypercyphoses (fig. 7.3) et les spondylolisthésis de haut grade, également dans les scolioses neuromusculaires.

La prise de greffon peut se faire dans le premier temps, avant même d'aborder le rachis, ou au cours de la chirurgie rachidienne. Cette seconde attitude permettra de prélever plus exactement la taille du greffon. On installe donc la jambe du côté opposé à l'opérateur dans le champ opératoire, le patient en décubitus dorsal. Le garrot pneumatique n'est pas conseillé.

L'incision, dessinée sur la peau au préalable, a bien lieu au milieu de la face antéro-interne du tibial.

Il faut faire attention à la veine saphène interne et en haut au cartilage de croissance et aux tendons des muscles de la patte-d'oie. On n'utilise pas d'écarteur autostatique. Le périoste est incisé en H, la face antéro-interne du tibial est dégagée à la rugine de Cobb.

Le risque étant la fracture du tibia, il faut absolument éviter de fragiliser un des trois piliers du tibia en se gardant des marges de sécurité.

Les quatre coins sont préparés à la mèche fine, l'ostéotomie est faite à la scie oscillante avec un trait oblique vers le centre du tibia (fig. 7.4).

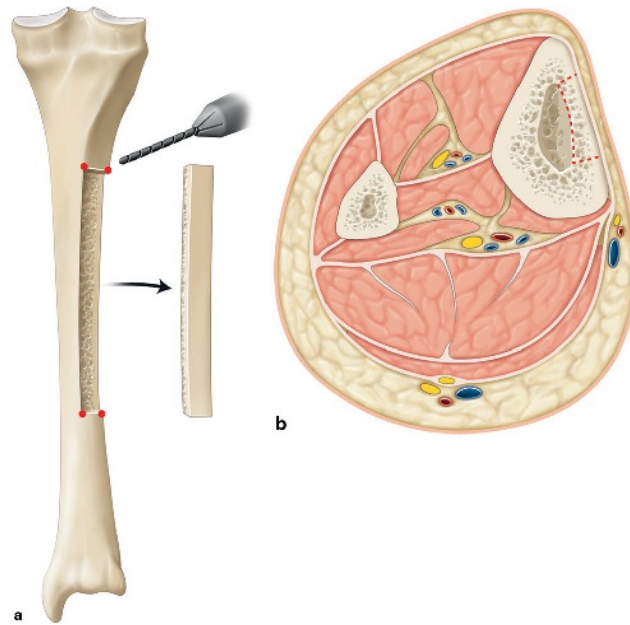


Fig. 7.4

Schéma du prélèvement tibial en coupe du tibia.

Il faut être très prudent et changer de lame pour une plus petite pour faire les deux traits perpendiculaires au tibia, car c'est au cours de ce geste qu'il y a un risque de fragilisation. Le greffon est alors prudemment décroché à la lame de Pauwels.

S'il faut retailler la baguette tibiale, on utilise de préférence la scie oscillante.

Un prélèvement de spongieux complémentaire est possible.

Pour la fermeture, faire un surjet au fil résorbable en un seul plan comprenant périoste et sous-peau puis un surjet intradermique.

L'appui est immédiatement autorisé avec une guêtre de protection du tibia portée 6 semaines. Il sera soulagé pendant les 3 premières semaines.

Mise en place des implants rachidiens pour la correction des déformations vertébrales

J. Sales de Gauzy, A. Ibnoulkhatib, R. Vialle, Y. Lefevre

PLAN DU CHAPITRE

Anatomie	54	Mise en place des implants	55
Anatomie des pédicules	54	Crochets	55
En zone thoracique	54	Crochet pédiculaire	55
En zone lombaire	54	Crochet sus-lamaire	55
Vertèbre scoliotique	54	Crochet sous-lamaire	57
Modifications locales liées à la scoliose	54	Crochet transversaire	57
Implants rachidiens	54	Vis pédiculaire	57
Crochets	54	Visée pédiculaire au niveau lombaire	58
Vis pédiculaires	55	Visée pédiculaire au niveau thoracique	59
Liens	55	Lien	61
		Lien sous-lamaire	61
		Lien transversaire	61
		Conclusion	62

Les crochets ont été proposés dès 1953 pour l'instrumentation de Harrington. Dans les années 1980, plusieurs types de crochets ont été développés pour l'instrumentation de Cotrel-Dubousset. Les vis pédiculaires ont été introduites en 1959 par Boucher puis popularisées par Roy-Camille. Elles sont utilisées dans la scoliose depuis la fin des années 1980 au niveau lombaire. Leur utilisation au niveau thoracique a été popularisée par Suk dans les années 1990.

S'appuyant sur les principes de correction par fils d'acier sous-lamaire proposés par Luque, des liens en polyéthylène ont été développés depuis 2005 dans le but de remplacer l'utilisation des fils d'acier.

Anatomie

Anatomie des pédicules

En zone thoracique

Le pédicule mesure 16 à 22 mm de long. La distance entre la partie postérieure du pédicule et la face antérieure du corps vertébral mesure 34 à 52 mm. Dans la scoliose, cette distance est augmentée dans la concavité de la déformation. L'épaisseur du spongieux du pédicule mesure 2,5 à 4,2 mm du côté concave et 4,1 à 5 mm du côté convexe.

En zone lombaire

Le pédicule mesure 20 à 22 mm de long. La distance entre la partie postérieure du pédicule et la face antérieure du corps vertébral mesure 45 à 48 mm. L'épaisseur du spongieux du pédicule mesure 4,8 à 9,5 mm.

Vertèbre scoliotique

L'anatomie d'une vertèbre scoliotique est différente de celle d'une vertèbre normale.

La scoliose est responsable :

- d'une rotation de la vertèbre ;
- d'une déformation intrinsèque de la vertèbre. Les pédicules de la concavité sont plus étroits que ceux de la convexité. Il existe une déformation en torsion de la vertèbre correspondant à l'effet « triporteur » décrit par Stagnara (fig. 8.1).

Ces anomalies sont d'autant plus importantes que la scoliose a débuté tôt et que l'on se situe à l'apex de la scoliose.

Modifications locales liées à la scoliose

La scoliose entraîne une modification de la position de l'aorte qui va se situer en zone postéro-latérale par rapport au corps vertébral. L'aorte peut être lésée lors de la mise en place des vis du côté gauche.

La moelle prend la corde de la déformation. L'espace épidual est élargi dans la convexité et rétréci dans la concavité. Au niveau de la vertèbre apicale thoracique, l'espace épidual mesure moins de 1 mm du côté concave et de 3 à 5 mm du côté convexe.

Implants rachidiens

Crochets

Les crochets ont un dessin différent selon leur site d'implantation. On distingue des crochets pédiculaire, supralamaire, sous-lamaire, transversaire. Il existe également des crochets

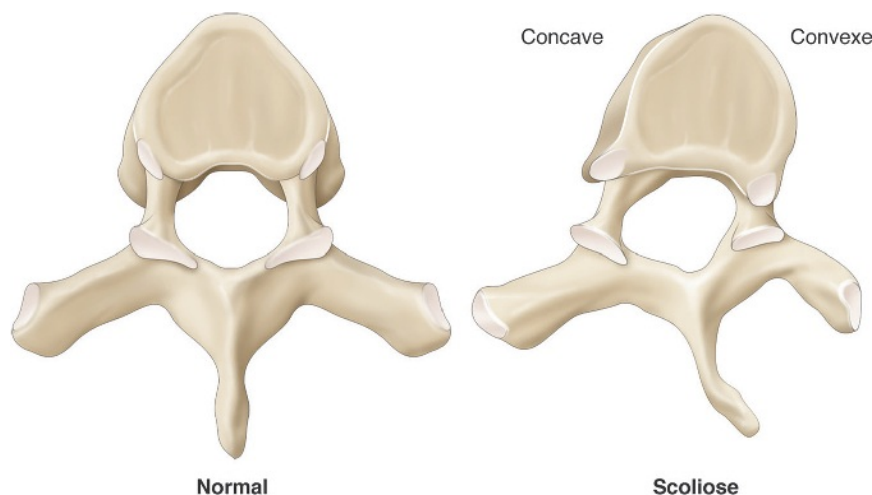


Fig. 8.1

Déformation de la vertèbre scoliotique en « triporteur » décrite par Stagnara.

spéciaux, notamment des crochets décalés qui permettent un bon alignement sur les vis.

- Avantages des crochets : leur mise en place est techniquement plus facile que les vis, notamment à l'apex de la courbure ou en zone thoracique haute où les pédicules sont plus petits.
- Inconvénients des crochets :
 - certains crochets ont un positionnement intracanalair ;
 - ils n'ont pas de stabilité primaire. Les crochets ne seront stables que dès qu'ils seront mis en charge.

Vis pédiculaires

Il existe deux types de vis : poly-axiale et mono-axiale.

La vis poly-axiale permet une accommodation par rapport au plan sagittal et un rattrapage si les points d'entrée des vis ne sont pas correctement alignés, sans risque de fragiliser la prise osseuse. L'introduction de la tige est facilitée.

- Avantage des vis :
 - bonne stabilité de l'implant ;
 - positionnement extracanalair.
- Inconvénient des vis :
 - risque de malposition, notamment en cas de déformation importante. Le risque de malposition est accru dans la concavité et à l'apex de la courbure ;
 - une malposition médiale est susceptible de provoquer une brèche de la dure-mère ou une complication neurologique ;
 - une malposition latérale présente un risque de lésion vasculaire ;
 - le taux de malposition est estimé dans la littérature entre 11 et 15 %, sans conséquence neurologique ou vasculaire dans la grande majorité des cas.

Liens

Le système de lien se compose d'une bande en polyéthylène, dont l'extrémité est renforcée par une fine lame métallique qui lui permet d'être galbée et d'un connecteur permettant de le relier à la tige.

Plusieurs types de liens sont actuellement commercialisés.

- Avantage des liens :
 - bonne stabilité primaire ;
 - facilité de mise en place ;
 - par rapport aux fils d'acier, le lien en polyéthylène a une meilleure tenue autour de l'os avec un risque de cisaillement très faible, l'encombrement intracanalair est réduit, il est possible de réaliser un contrôle IRM postopératoire sans artéfact.

- Inconvénient des liens : implant intracanalair, avec nécessité d'ouvrir le canal de part et d'autre de la vertèbre. Cependant, il n'y a pas de majoration des complications neurologiques par rapport aux autres types d'implants.

Mise en place des implants

Crochets

Crochet pédiculaire

Il peut être utilisé de T2 à T10.

Le crochet est positionné entre la lame de la vertèbre instrumentée et l'articulaire supérieure de la vertèbre sous-jacente. L'extrémité bifide du crochet vient accrocher la partie inférieure du pédicule.

Repérer l'interligne articulaire entre vertèbre à instrumenter et vertèbre sous-jacente.

Ablation de 3 à 4 mm de la partie distale de l'articulaire inférieure de la vertèbre à l'aide d'un ostéotome. Débuter par le trait horizontal en dessous de l'apophyse transversale puis terminer par le trait vertical à la jonction convexité et concavité du processus articulaire inférieur, près du processus épineux (fig. 8.2).

Utilisation de la rugine de Rey pour ouvrir l'espace articulaire puis de la rugine pédiculaire (à extrémité bifide) pour préparer le trajet du crochet pédiculaire.

Mise en place du crochet qui est poussé au marteau.



Recommandations

- Les articulations ont une orientation différente en fonction de la rotation vertébrale : du côté convexe, l'ostéotome doit être orienté dans le plan sagittal ; du côté concave, l'ostéotome doit être orienté obliquement vers l'avant et en médial.
- Il est très important de passer strictement dans l'espace articulaire pour la bonne tenue de l'implant. Si le crochet est placé dans l'os, la prise est fragilisée et peut se fracturer lors de la mise en charge du crochet (fig. 8.3).

Crochet sus-lamaire (fig. 8.4)

Il peut être utilisé à tous les étages vertébraux.

Exposer le ligament jaune.

L'ablation du processus épineux de la vertèbre sus-jacente facilite l'abord. Cependant, si le crochet est positionné à l'extrémité supérieure du montage, il est préférable

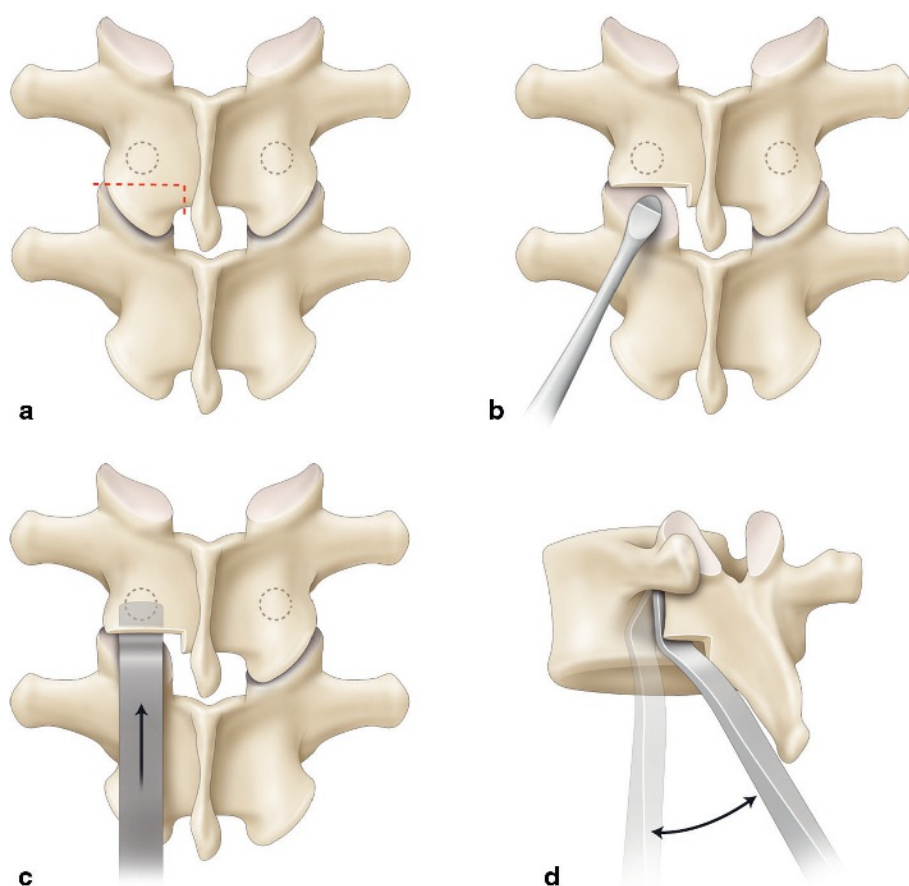


Fig. 8.2

Préparation de la mise en place du crochet pédiculaire.

Ablation de 3 à 4 mm de la partie distale de l'articulaire inférieure. Une rugine de Rey permet d'ouvrir l'espace articulaire.

Source : Vialle R, Mary P, Glorion C. Traitement chirurgical des scolioses idiopathiques. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales–Orthopédie–Traumatologie, article 44-194. 2006.

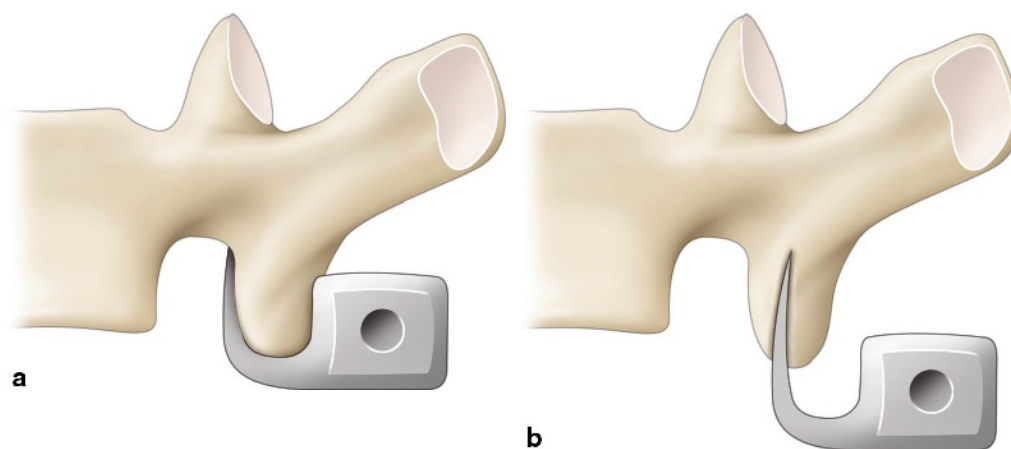
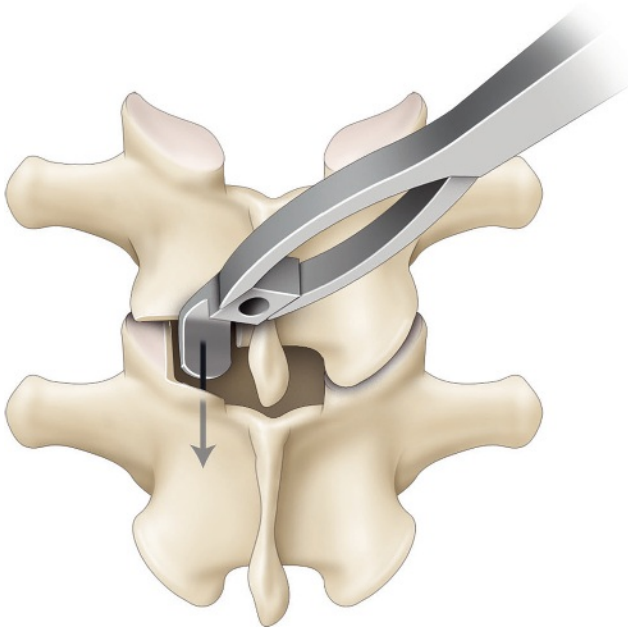


Fig. 8.3

Mise en place du crochet pédiculaire.

Le passage doit se faire strictement dans l'espace articulaire. Si le crochet est placé dans l'os, la prise est fragilisée.

Source : Vialle R, Mary P, Glorion C. Traitement chirurgical des scolioses idiopathiques. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales–Orthopédie–Traumatologie, article 44-194. 2006.

**Fig. 8.4**

Mise en place du crochet sus-lamaire après ouverture du ligament jaune.

de laisser intacts le processus épineux et le ligament interépineux pour limiter la déstabilisation de cette zone jonctionnelle.

L'ouverture du ligament jaune est réalisée à l'aide d'une pince gouge.

Puis on passe une spatule sous le ligament jaune pour vérifier qu'il n'y a pas d'adhérence intracanalair et pour éloigner les vaisseaux épiduraux.

Puis avec une pince de Kerrison, on complète l'ouverture du canal. Il est parfois nécessaire d'enlever une partie de la lame de la vertèbre pour bien positionner le crochet.

Le crochet doit être introduit sans forcer, avec un mouvement de rotation.



Recommandations

- Le canal doit être ouvert plus largement que pour le passage du crochet, pour permettre l'évacuation d'un possible hématome. Mais l'ouverture ne doit pas être trop large afin d'éviter une mobilisation du crochet.
- En cas de saignement d'un vaisseau épidural, un tamponnement avec une compresse hémostatique est généralement suffisant.

Crochet sous-lamaire (fig. 8.5)

Il peut être utilisé à tous les étages vertébraux.

Le crochet est positionné entre le ligament jaune et la partie antérieure de la lame vertébrale. Il n'est pas nécessaire d'ouvrir le canal.

Après avoir repéré la limite entre le ligament jaune et la lame vertébrale, on décolle le ligament jaune avec une rugine ou une spatule. Puis on positionne le crochet.



Recommandations

La lame vertébrale est orientée obliquement vers l'avant et le haut. Il est recommandé d'utiliser un crochet à lame légèrement oblique qui aura une meilleure tenue.

Crochet transversaire (fig. 8.6)

Il peut être utilisé de T2 à T10.

Il est surtout employé en extrémité de montage pour réaliser une pince pédiculo-transversaire.

Il est mis en place au-dessus du processus transverse.

Faire une bonne exposition du bord supérieur de la transverse.

Le passage du crochet est préparé à l'aide d'une rugine transversaire qui permet de ruginer le ligament costo-transversaire.

Puis le crochet est mis en place autour du bord supérieur du processus transverse.

Vis pédiculaire

Elle peut être utilisée à tous les étages vertébraux.

Le diamètre et la longueur de la vis utilisée varient en fonction du niveau vertébral et de la taille du patient. Généralement diamètre 5,5 et longueur 40 ou 45 à l'étage lombaire et thoracique inférieur et diamètre 4,5 et longueur 30 ou 35 à l'étage thoracique.

Plusieurs techniques ou aides sont proposées pour la mise en place des vis ou pour vérifier leur bon positionnement : contrôle scopique, neuronavigation (fluoroscopie, O-arm®), PediGuard®, monitoring des vis. Elles sont très utiles dans certaines situations difficiles comme les reprises chirurgicales. Cependant, même en s'aidant de ces techniques, il est nécessaire de garder toujours un contrôle local peropératoire et maîtriser la technique *princeps* dite « à main libre ».

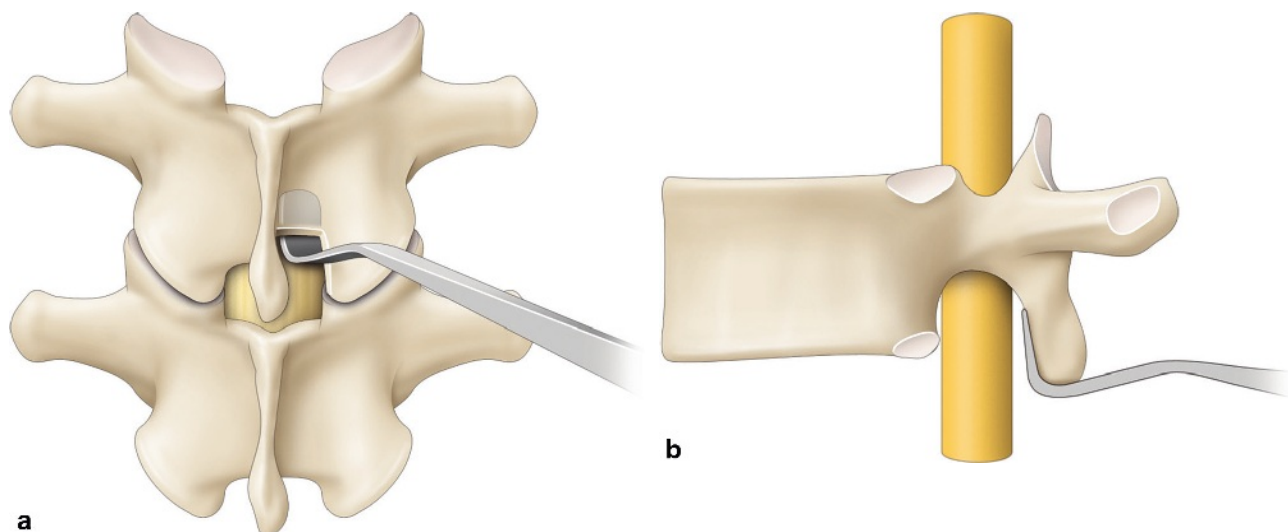


Fig. 8.5

Mise en place du crochet sous-lamaire.

L'ouverture du ligament jaune n'est pas nécessaire. Pour préparer le positionnement du crochet, le ligament jaune peut être désinséré partiellement avec une rugine lamaire.

Source : Vialle R, Mary P, Glorion C. Traitement chirurgical des scolioses idiopathiques. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales–Orthopédie–Traumatologie, article 44-194. 2006.



Fig. 8.6

Mise en place du crochet transversaire.

Source : Vialle R, Mary P, Glorion C. Traitement chirurgical des scolioses idiopathiques. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales–Orthopédie–Traumatologie, article 44-194. 2006.

Il faut tenir compte de la déformation liée à la scoliose, à la fois en rotation, mais également dans le plan sagittal, ce qui nécessite une bonne analyse des radiographies préopératoires. Certains recommandent dans certaines situations des radiographies peropératoires, notamment pour apprécier l'orientation des pédicules de profil.

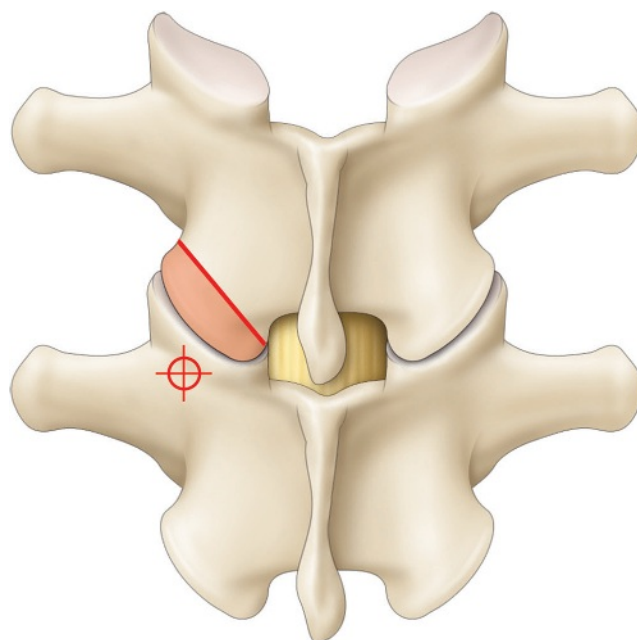


Fig. 8.7

Point d'entrée de la visée pédiculaire.

Source : Vialle R, Mary P, Glorion C. Traitement chirurgical des scolioses idiopathiques. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales–Orthopédie–Traumatologie, article 44-194. 2006.

Visée pédiculaire au niveau lombaire

Repérer les processus articulaires et le processus transverse.

Ablation avec une pince gouge de la partie postérieure de l'articulaire supérieure de la vertèbre à instrumenter. On découvre ainsi le tissu spongieux de l'articulaire d'allure triangulaire à base inférieure.

Le milieu de ce triangle est le point d'entrée de la visée pédiculaire qui est situé à l'intersection de deux lignes : une ligne verticale tangentielle au bord latéral de l'articulaire supérieure et une ligne horizontale passant par le milieu du processus transverse (fig. 8.7).

Le point d'entrée est préparé par une pointe carrée, puis le trajet est fait par une curette « grain de riz » ou un perforateur légèrement courbe selon les habitudes de chacun.

Le pédicule a une direction légèrement convergente.

On se laisse guider dans le spongieux du pédicule, puis on arrive facilement, sans forcer dans le corps vertébral.

En fonction de l'anatomie de chaque individu (taille du pédicule) et de la rotation vertébrale, la visée peut-être plus ou moins facile.

On vérifie le trajet à l'aide d'un « palpeur » qui permet également de mesurer la longueur totale de la vis.

Puis on positionne la vis. L'utilisation d'un taraud ne nous semble pas utile.

Visée pédiculaire au niveau thoracique

Exposer l'ensemble de la facette articulaire, la transverse et la pars interarticularis.

Résection de la facette articulaire inférieure de la vertèbre sus-jacente à l'aide d'un ostéotome.

Le point d'entrée se situe entre 4 à 5 mm en dedans du bord latéral du processus articulaire supérieur.

La hauteur du pédicule est variable par rapport à la hauteur du processus transverse selon le niveau :

- de T1 à T3 : milieu de la transverse;
- de T4 à T10 : tiers proximal de la transverse;
- T11, T12 : milieu de la transverse (fig. 8.8).

À l'aide d'une pince gouge, enlever le cartilage articulaire et la corticale postérieure. On découvre ainsi la zone spongieuse qui correspond au point d'entrée du pédicule.

Avec une curette ou un perforateur dédié, on se laisse guider dans le spongieux du pédicule, puis on arrive facilement, sans forcer, dans le corps vertébral.

Tenir compte pour l'orientation de la visée de la déformation scoliotique.

Vérifier le trajet à l'aide d'un palpeur, puis positionner la vis.

■ **Technique de Lenke** : utilisation d'un perforateur gradué incurvé légèrement à son extrémité. L'introduction dans le pédicule se fait avec le palpeur tourné en latéral sur les 20 premiers millimètres (correspondant à la longueur du pédicule). On s'appuie ainsi sur la corticale externe du pédicule. Puis une fois qu'on a dépassé 20 mm, l'extrémité du perforateur se situe dans le corps vertébral. On retourne alors le perforateur vers l'intérieur pour ne pas faire de fausse route en latéral (fig. 8.10).

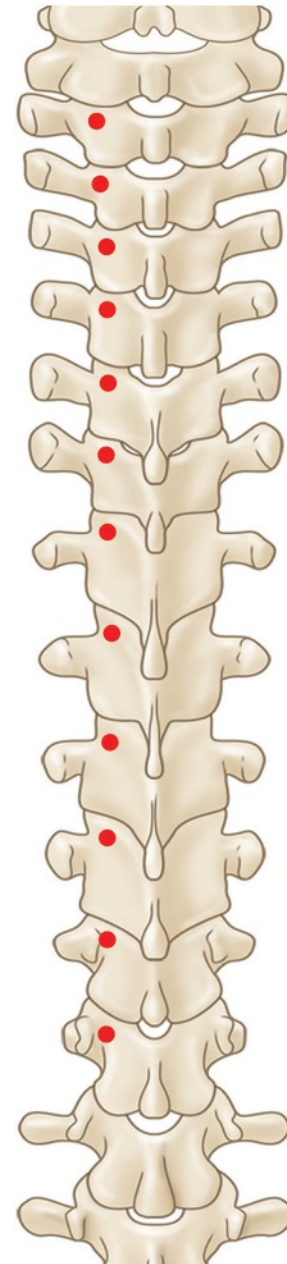


Fig. 8.8

Visée pédiculaire en zone thoracique. Localisation des points d'entrée.



Variantes techniques

■ **Technique de Vialle** : la résection de la corticale postérieure de la transverse et de son spongieux permet de retrouver le point d'entrée du pédicule que l'on pourra suivre avec une spatule en longeant la corticale externe (fig. 8.9).

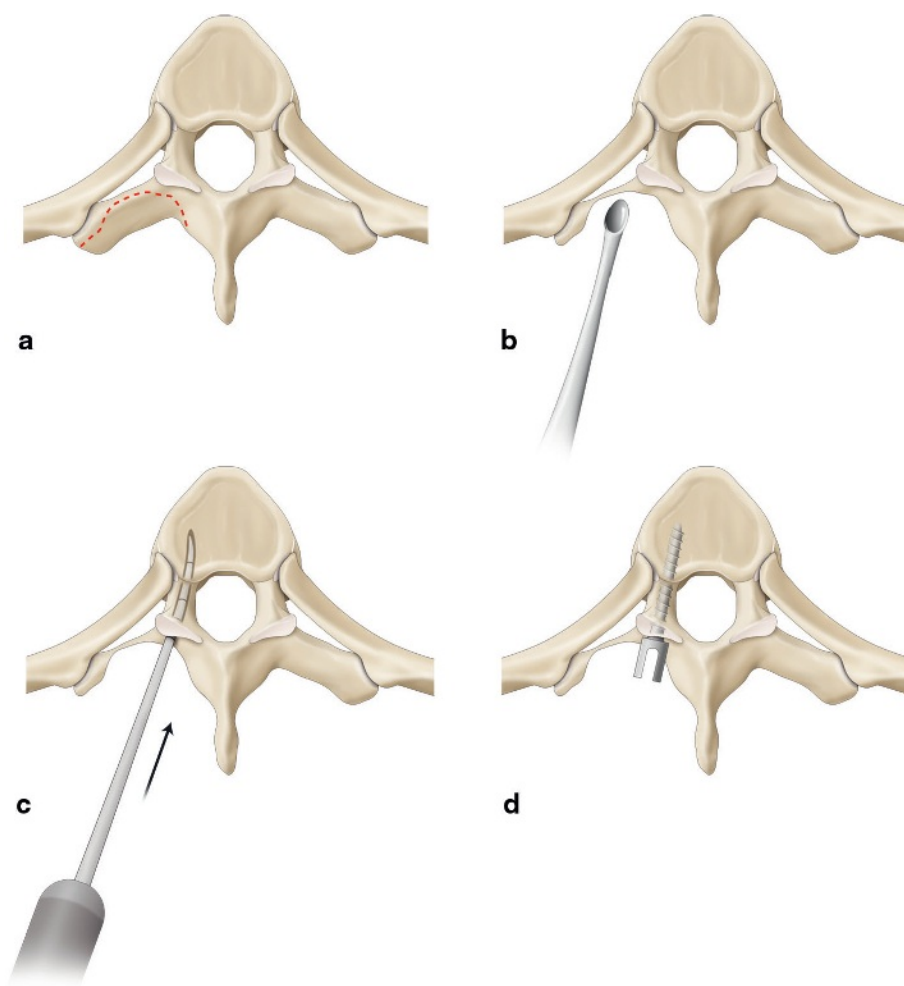


Fig. 8.9

Vissage pédiculaire : technique de Vialle.

Source : Vialle R, Mary P, Glorion C. Traitement chirurgical des scolioses idiopathiques. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales–Orthopédie–Traumatologie, article 44-194. 2006.

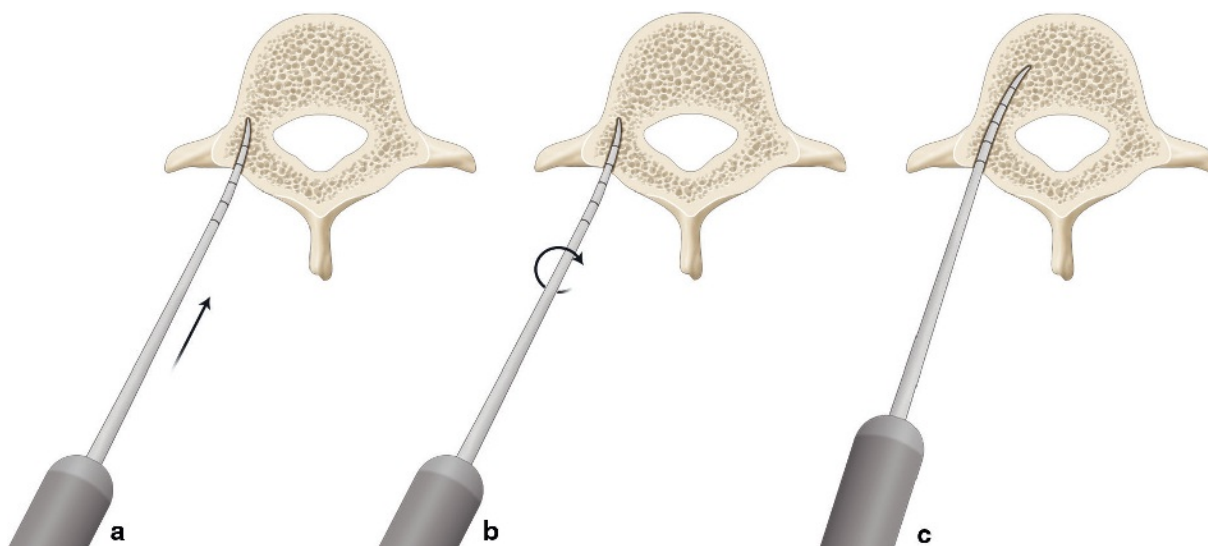


Fig. 8.10

Vissage pédiculaire : technique de Lenke.

Source : Vialle R, Mary P, Glorion C. Traitement chirurgical des scolioses idiopathiques. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales–Orthopédie–Traumatologie, article 44-194. 2006.

Lien

Ils peuvent être utilisés sur toutes les vertèbres.

Lien sous-lamaire

Il est nécessaire d'ouvrir le canal rachidien de part et d'autre de la vertèbre instrumentée.

Ouverture du ligament jaune à l'aide d'une pince gouge.

Passage de la spatule pour libérer les adhérences et éloigner la dure-mère et les vaisseaux épiduraux.

Agrandissement de l'ouverture du ligament jaune avec une pince de Kerrison.

Préparation de l'extrémité du lien. L'extrémité du lien est renforcée par une fine lame métallique qui permet de le modeler. Le lien doit être légèrement recourbé pour faciliter le passage sous la lame (fig. 8.11).

Le passage du lien se fait de caudal en crânial. Le lien est récupéré à l'aide d'un porte-aiguille. Puis on finit de le relier au connecteur.



Astuce

Le passage d'un second lien au même niveau est facilité par l'utilisation du premier lien. Il suffit de bloquer le second lien entre le premier lien et la lame vertébrale, puis de tirer progressivement le premier lien. Cette manœuvre fait coulisser le second lien, il sera alors aisé de le récupérer au niveau de l'espace sus-jacent (fig. 8.12).



Fig. 8.11

Modelage du lien pour le passage en zone sous-lamaire.

Lien transversaire

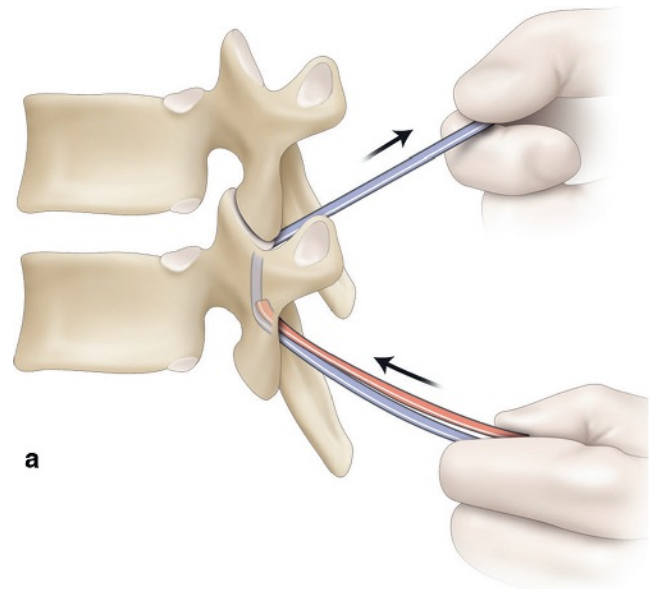
Le lien peut être passé autour du processus transverse, soit pour un usage unique soit pour un montage en 8, il est alors positionné autour de la transverse puis en sous-lamaire.

Le passage autour de la transverse se fait de haut en bas, il est facilité par l'utilisation d'un passe-lien dédié.

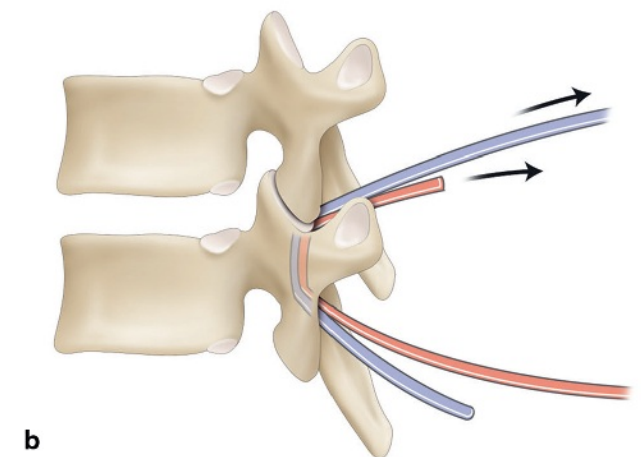


Recommandations

Ne jamais utiliser les liens en extrémités de montage. Les mouvements en extrémités de montage fragilisent les liens et exposent à une rupture précoce.



a



b

Fig. 8.12

Artifice pour le passage d'un second lien au même niveau.

Conclusion

Tous ces implants peuvent être utilisés séparément ou associés.

Les trois principaux montages proposés pour la scoliose de l'adolescent sont :

- instrumentation tout vis, plus ou moins associée à une pince par crochets à l'extrémité supérieure du montage;
- instrumentation hybride avec vis en zone lombaire et thoraco-lombaire et crochets en zone thoracique;
- instrumentation hybride avec vis en zone lombaire et thoraco-lombaire, liens en zone thoracique moyenne et pinces par crochets à l'extrémité supérieure du montage.

Bibliographie

- Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop Rel Res* 1988; 227 : 10–23.
- Mazda K, Ilharreborde B, Even J, et al. Efficacy and safety of posteromedial translation for correction of thoracic curves in adolescent idiopathic scoliosis using a new connection to the spine : the universal clamp. *Eur Spine J* 2009; 18 : 158–69.
- Sales de Gauzy J, Jouve JL, Ilharreborde B, et al. Use of the Universal Clamp in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2014; 23(Suppl 4) : S446–51.
- Suk SI, Lee SM, Chung ER, et al. Selective thoracic fusion with segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis : more than 5-year follow-up. *Spine* 2005; 30 : 1602–9.
- Vialle R., Mary P., Glorion C. Traitement chirurgical des scolioses idiopathiques. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44–194, 2006.

Techniques de fixation pelvienne étendue aux ailes iliaques

A. Dubory, R. Kabbaj, P. Mary, R. Vialle

PLAN DU CHAPITRE

Technique de Galveston	64
Vissage iliaque	64
Montage segmentaire bi-ilio-sacré (montage en T)	65
Conclusion	67

L'extension au pelvis d'une ostéosynthèse rachidienne est justifiée dans certaines situations bien précises. Dans les cas de traitement d'une lésion vertébrale ou pelvienne instable (fracture, tumeur), l'ostéosynthèse doit parfois ponter la région lombo-sacrée où siège l'instabilité immédiate ou secondaire potentielle. Dans les déformations sagittales de la région lombo-sacrée (spondylolisthésis dysplasiques, dégénératifs ou traumatiques), l'ostéosynthèse lombo-pelvienne permet de corriger la déformation et stabiliser la correction obtenue. Dans les cas de déformations tridimensionnelles lombo-sacrées (scolioses neuromusculaires ou scolioses dégénératives de l'adulte le plus souvent), le but est également d'obtenir la correction et la stabilisation la plus complète possible du déséquilibre lombo-pelvien (obliquité pelvienne).

Lenjeu en termes de fiabilité biomécanique de la fixation pelvienne est majeur, car les contraintes imposées sur l'anneau pelvien sont souvent importantes pour obtenir et maintenir la correction souhaitée. Les conditions locales sont parfois mauvaises car le sacrum offre souvent un ancrage médiocre d'autant plus que le sujet est ostéoporotique. Les techniques de fixation étendue à l'aile iliaque permettent de « mutualiser » le risque mécanique de la fixation pelvienne. Le développement constant de nouveaux implants et de nouveaux matériaux d'ostéosynthèse rachidiens permettent de proposer des solutions « sur-mesure » en fonction des singularités anatomiques de chaque patient et de la stratégie chirurgicale de correction envisagée.

Technique de Galveston

La fixation iliaque selon la technique de Galveston, décrite dès le début des années 1980, est basée sur la mise en place de la tige d'ostéosynthèse rachidienne directement entre la table interne et la table externe de l'aile iliaque.

Le point d'entrée de la tige est situé au niveau de la crête iliaque postérieure qui doit donc être dégagée latéralement lors de la réalisation de la voie d'abord.

La mise en place de la tige est effectuée après préparation du trajet au moyen d'instruments ancillaires classiques ou tout simplement un clou de type Steinman. La réalisation du trajet adéquat peut être rendue difficile en raison de spécificités anatomiques du sujet (aile iliaque très mince, asymétrie d'orientation des ailes iliaques), d'un positionnement très inhabituel du bassin (grande antéversion ou grande rétroversion pelvienne, obliquité pelvienne importante) ou d'antécédents chirurgicaux ayant entraîné une modification anatomique de l'aile iliaque (ostéotomies du

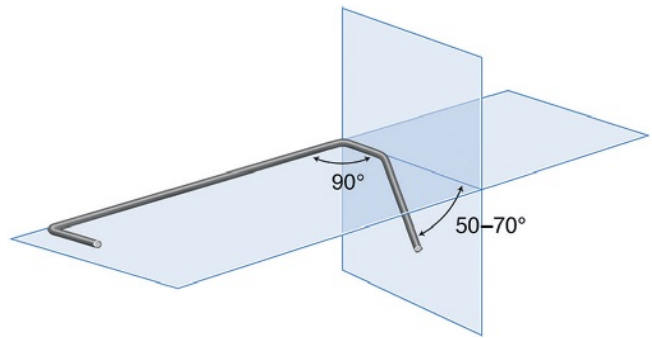


Fig. 9.1

Le cintrage adéquat de la tige est précis et nécessite une bonne maîtrise de la technique.

Source : Bachy M, Kabbaj R, Bouyer B, Mary P, Vialle R. *xtensions au pelvis des ostéosyntheses rachidiennes*. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales—Orthopédie—Traumatologie, article 44-196. 2014.

bassin). Le cintrage adéquat de la tige est précis et nécessite une bonne maîtrise de la technique (fig. 9.1).

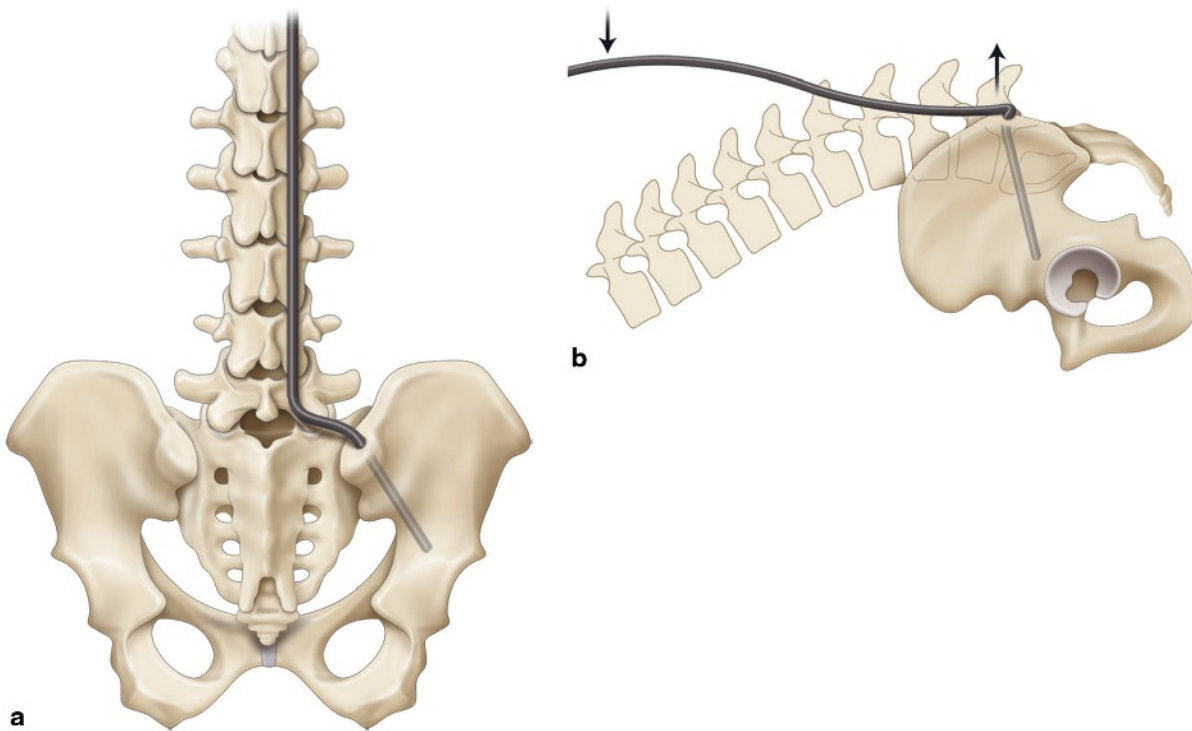
La réalisation de l'ostéosynthèse entre le rachis et le pelvis peut comporter une seule tige (technique *unit-rod*) ou deux tiges (technique *dual-rod*) qui sont alors rentrées séparément dans chacune des ailes iliaques et ensuite solidarisées par des dispositifs de liaison transverse. L'ostéosynthèse lomboire et thoracique est habituellement réalisée par des fils sous-lamaires selon Luque (fig. 9.2).

Cette fixation pelvienne, très pratiquée aux États-Unis dans les indications d'arthrodèses étendues chez les patients neurologiques, permet d'obtenir un contrôle souvent correct du positionnement du bassin dans les formes simples d'instabilité lombo-pelvienne. Il est en revanche difficile de corriger une obliquité pelvienne importante, car la tenue dans l'aile iliaque peut être insuffisante. Certains auteurs ont ainsi rapporté un taux de complications mécaniques de près de 30 % avec ce mode de fixation.

Vissage iliaque

L'utilisation d'un vissage segmentaire iliaque visant à optimiser la fixation pelvienne souvent insuffisante par le seul vissage sacré s'est développée ces dernières années. La majorité des ancillaires d'ostéosynthèse du rachis comportent des connecteurs d'extension qui permettent d'ajouter des vis « d'extension iliaque » au montage lombo-sacré classique.

Les vis d'extension iliaques peuvent avoir un diamètre et une longueur importants, ce qui optimise leur action mécanique. Elles peuvent être raccordées directement à la tige d'ostéosynthèse au moyen de connecteurs spécifiques qui permettent de s'adapter aux conditions anatomiques locales (fig. 9.3).



a

b

Fig. 9.2

L'ostéosynthèse lombaire et thoracique est habituellement réalisée par abaissement progressif de la tige qui est ramenée contre le rachis par des fils sous-lamaires selon Luque (a, b).

Source : Bachy M, Kabbaj R, Bouyer B, Mary P, Vialle R. *xtensions au pelvis des ostéosyntheses rachidiennes*. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). *Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie*, article 44-196. 2014.

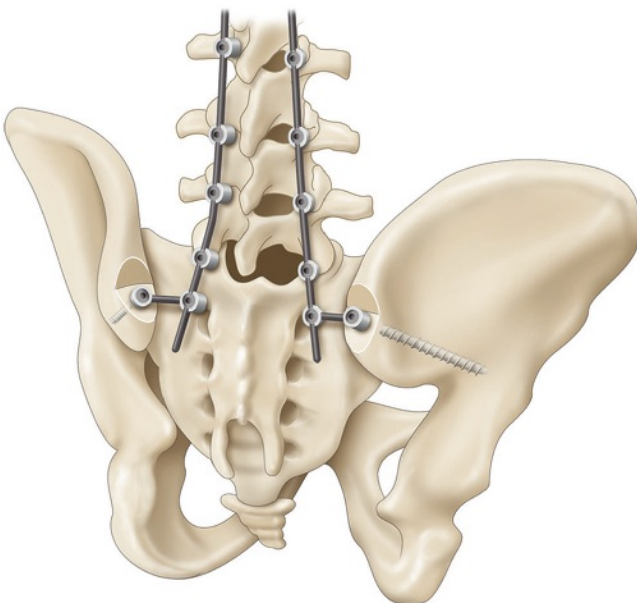


Fig. 9.3

Les vis d'extension iliaques peuvent être raccordées directement à la tige d'ostéosynthèse au moyen de connecteurs spécifiques qui permettent de s'adapter aux conditions anatomiques locales.

Source : Bachy M, Kabbaj R, Bouyer B, Mary P, Vialle R. *xtensions au pelvis des ostéosyntheses rachidiennes*. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). *Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie*, article 44-196. 2014.

Montage segmentaire bi-ilio-sacré (montage en T)

Le montage bi-ilio-sacré (montage en T inversé) est basé sur l'utilisation de vis pédiculaires classiques, à têtes orientables (poly-axiales) placées dans le sacrum et dans les ailes iliaques. Il combine les qualités de la fixation bi-iliaque et sacrée sans recourir à l'utilisation d'implants ou de connecteurs spécifiques.

La réalisation de la fixation nécessite d'aborder le sacrum sur la ligne médiane et la partie postérieure des deux ailes iliaques en passant en arrière des masses musculaires sacro-lombaires. Un passage entre les voies d'abord latérale et médiale est réalisé, à la manière d'une boutonnière, sans désinsérer l'insertion caudale des masses musculaires sacro-lombaires (fig. 9.4). La mise en place des implants sacrés et iliaques est classique en veillant bien à enfouir partiellement les têtes des vis iliaques afin d'éviter une gêne à ce niveau (fig. 9.5a à c). Les vis sacrées peuvent être laissées un peu plus superficielles afin de faciliter la mise en place de la tige horizontale. L'alignement des deux vis iliaques doit être réalisé en tenant compte du positionnement des deux vis sacrées qui sont mises en place les premières.

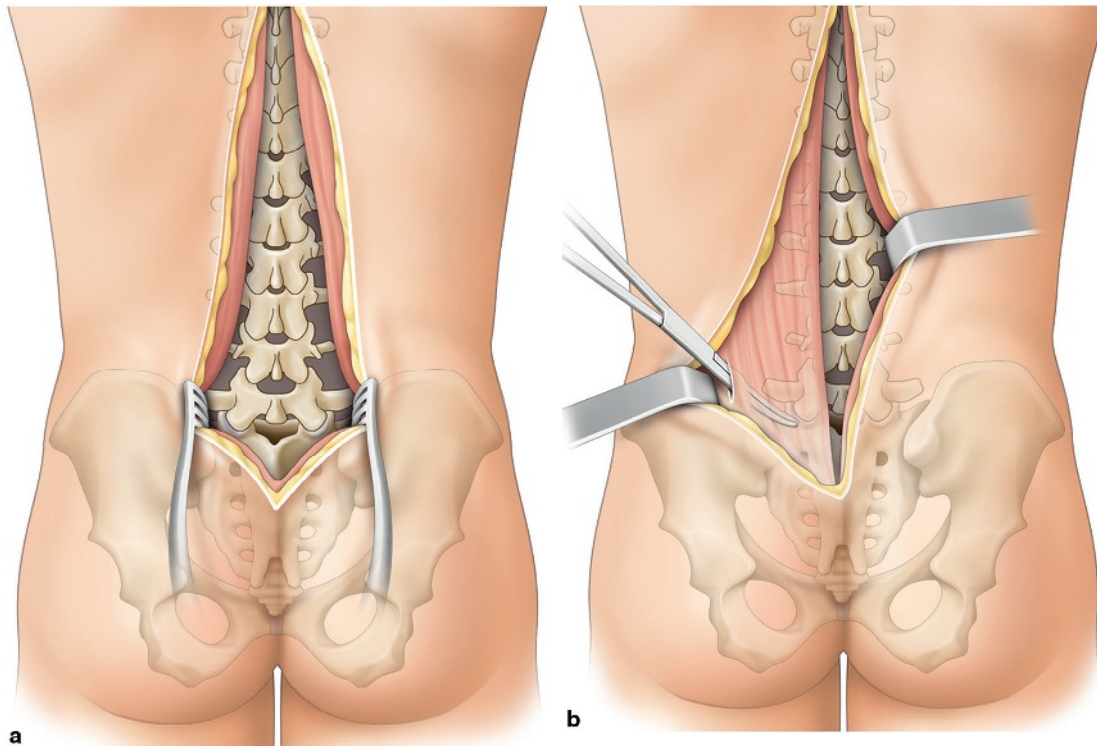


Fig. 9.4

Dans le montage bi-ilio-sacré, la réalisation de la fixation nécessite d'aborder le sacrum sur la ligne médiane et la partie postérieure des deux ailes iliaques en passant en arrière des masses musculaires sacro-lombaires.

Un passage entre les voies d'abord latérale et médiale est réalisé, à la manière d'une boutonnière, sans désinsérer l'insertion caudale des masses musculaires sacro-lombaires.

Source : Bachy M, Kabbaj R, Bouyer B, Mary P, Vialle R. xtensions au pelvis des ostéosynthèses rachidiennes. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales—Orthopédie—Traumatologie, article 44-196. 2014.

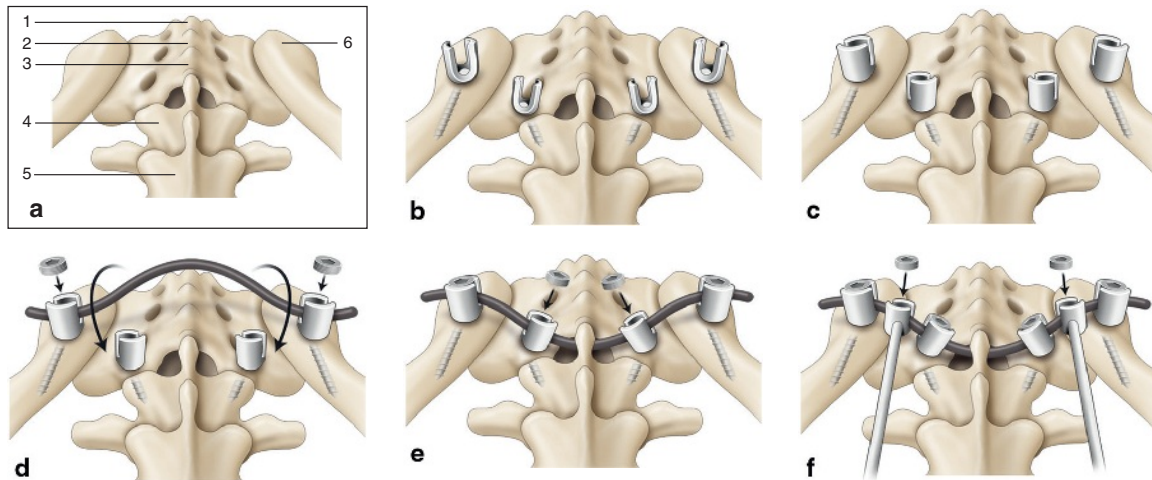


Fig. 9.5

- Anatomie générale (a).

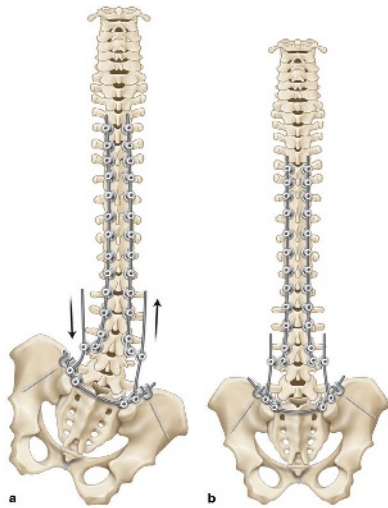
1 : S3 ; 2 : S2 ; 3 : S1 ; 4 : L5 ; 5 : L4 ; 6 : massif iliaque postérieur.

- Mise en place des implants sacrés et iliaques (b à f).

Il faut veiller à enfouir partiellement les têtes des vis iliaques afin d'éviter une gêne à ce niveau.

Les vis sacrées peuvent être laissées un peu plus superficielles afin de faciliter la mise en place de la tige horizontale. L'alignement des deux vis iliaques doit être réalisé en tenant compte du positionnement des deux vis sacrées qui sont mises en place les premières. Le cintrage de la tige horizontale est fait « en chapeau de gendarme ». La mise en place est réalisée en commençant par les deux vis iliaques puis en pratiquant une rotation de la tige de 180° permettant la descente de celle-ci dans les deux vis sacrées (d, e) puis la mise en place des connecteurs orthogonaux (f). 1 : S3 ; 2 : S2 ; 3 : S1 ; 4 : L5 ; 5 : L4 ; 6 : pic.

Source : Bachy M, Kabbaj R, Bouyer B, Mary P, Vialle R. xtensions au pelvis des ostéosynthèses rachidiennes. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales—Orthopédie—Traumatologie, article 44-196. 2014.

**Fig. 9.6**

Correction segmentaire de la position du bassin sous l'ostéosynthèse rachidienne par montage bi-ilio-sacré.

a. Les manœuvres de distraction et de contraction permettent de corriger la position du bassin indépendamment de celle du rachis.
b. Aspect final après correction.

Source : Bachy M, Kabbaj R, Bouyer B, Mary P, Vialle R. *xtensions au pelvis des ostéosynthèses rachidiennes*. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, article 44-196. 2014.

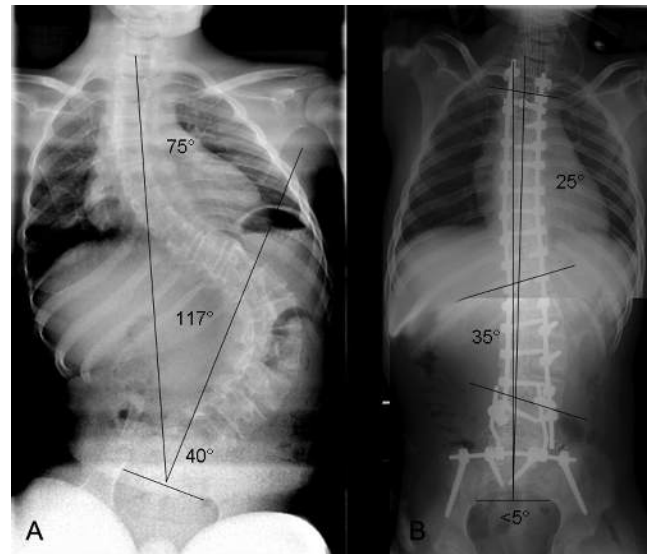
Le cintrage de la tige horizontale est fait « en chapeau de gendarme ». La mise en place est réalisée en commençant par les deux vis iliaques puis en pratiquant une rotation de la tige de 180° permettant la descente de celle-ci dans les deux vis sacrées (fig. 9.5d et e).

Après verrouillage de la tige dans les quatre implants, la mise en place des connecteurs orthogonaux (fig. 9.5f) de liaison permet de relier le montage pelvien au montage rachidien et de pratiquer les manœuvres habituelles de correction au moyen des connecteurs parallèles (fig. 9.6).

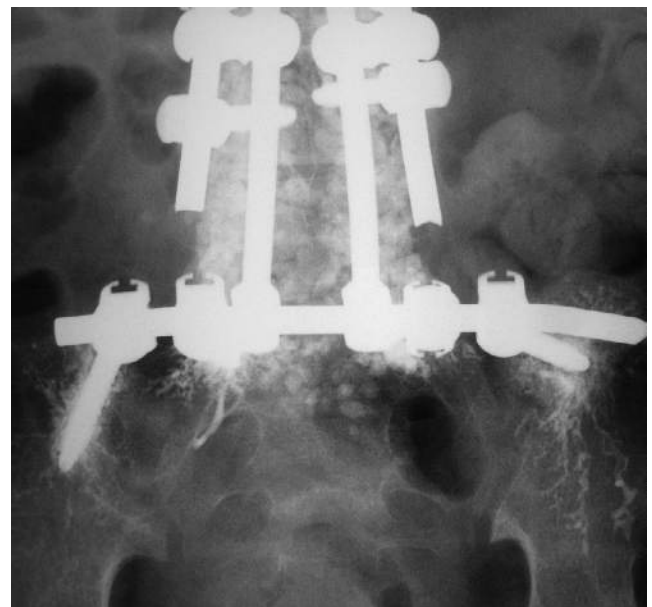
Cette technique offre d'excellentes possibilités de correction, y compris des obliquités pelviennes les plus importantes (fig. 9.7). Le montage est basé sur l'utilisation d'implants classiques et offre une bonne versatilité, y compris dans les situations où l'anatomie pelvienne est perturbée. Il est applicable aux patients maigres et dénutris. En cas d'ostéopénie importante, l'utilisation de vis canulées permettant l'adjonction de résine ou de ciment ostéo-compatible permet d'améliorer la tenue primaire des implants (fig. 9.8).

Conclusion

L'extension au bassin des ostéosynthèses rachidiennes est une procédure chirurgicale souvent délicate qui nécessite une réflexion stratégique au cas par cas et une réalisation technique irréprochable. Sa qualité et ses performances

**Fig. 9.7**

Exemple de correction d'une scoliose neuromusculaire avec obliquité pelvienne par montage segmentaire bi-ilio-sacré.
Radiographies de face préopératoire (a) et postopératoire (b).

**Fig. 9.8**

Radiographie de face d'un montage pelvien réalisé avec des vis canulées et perforées permettant une injection intra-osseuse de résine dans le sacrum et les ailes iliaques.

en matière de stabilité et de correction d'une position anormale du pelvis reposent sur une bonne maîtrise technique et une fiabilité mécanique du mode de fixation.

La courbe d'apprentissage reste difficile, notamment chez les patients fragiles, maigres, ostéoporotiques où ayant une anatomie lombo-pelvienne modifiée par des antécédents traumatiques ou chirurgicaux.

La maîtrise complète des différentes techniques de fixation au sacrum et aux ailes iliaques est nécessaire pour surmonter les situations les plus délicates. L'évolution constante des dispositifs chirurgicaux et des ancillaires a considérablement amélioré la qualité de la fixation pelvienne qui reste toutefois dépendante de la maîtrise technique de l'opérateur.

Bibliographie

Allen BL, Ferguson RL. A 1988 perspective on the Galveston technique of pelvic fixation. *Orthop Clin North Am* 1988; 19(2) : 409–18.

Allen BL, Ferguson RL. The Galveston technique of pelvic fixation with L-rod instrumentation of the spine. *Spine* 1984; 9(4) : 388–94.

Bouyer B, Bachy M, Zahi R, et al. Correction of pelvic obliquity in neuromuscular spinal deformities using the “T construct” : results and complications in a prospective series of 60 patients. *Eur Spine J* 2014; 23(1) : 163–71.

Carroll EA, Shilt JS, Jacks L. MW construct in fusion for neuromuscular scoliosis. *Eur Spine J* 2007; 16 : 373–7.

Cotton LA. Unit rod segmental spinal instrumentation for the treatment of neuromuscular scoliosis. *Orthop Nurs* 1991; 10(5) : 17–23.

Gregg FO, Zhou H, Bertrand SL. Treatment of neuromuscular scoliosis with posterior spinal fusion using the Galveston procedure : retrospective of eight years of experience with unit rod instrumentation. *J Long Term Eff Med Implants* 2012; 22(1) : 11–5.

Lonstein JE, Koop SE, Novachek TF, et al. Results and complications after spinal fusion for neuromuscular scoliosis in cerebral palsy and static encephalopathy using luque galveston instrumentation : experience in 93 patients. *Spine* 2012; 37 : 583–91.

Nectoux E, Giacomelli MC, Karger C, et al. Complications of the Luque-Galveston scoliosis correction technique in paediatric cerebral palsy. *Orthop Traumatol Surg Res* 2010; 96 : 354.

Vialle R, Delecourt C, Morin C. Surgical treatment of scoliosis with pelvic obliquity in cerebral palsy : the influence of intraoperative traction. *Spine* 2006; 31(13) : 1461–6.

Vialle R, Thevenin-Lemoine C, Mary P. Neuromuscular scoliosis. *Orthop Traumatol Surg Res* 2013; 99(1 Suppl) : S124–39.

Mise en place des implants pour une fixation lombo-sacrée : technique de Jackson

B. Ilharreborde

PLAN DU CHAPITRE

Indications	70
Installation	70
Abord chirurgical	70
Mise en place des vis sacrées	70
Insertion des tiges	71

Indications

La fixation sacrée de Jackson est une méthode de stabilisation lombo-pelvienne limitée au sacrum, sans extension aux os iliaques. Elle est indiquée dans les arthrodèses longues thoraco-lombo-sacrées, notamment dans les scolioses d'origine neuromusculaire, mais également dans des montages plus courts, comme les spondylolisthésis de haut grade.

Installation

Le patient est installé en décubitus ventral strict, sur billot, sur une table permettant un contrôle radioscopique peropératoire. Il est indispensable avant de débiter l'intervention d'effectuer un repérage par amplificateur de brillance, en présence du manipulateur radiologique, afin de vérifier qu'il est possible d'obtenir une bonne visualisation du sacrum de profil, notamment du promontoire et du disque L5-S1 qui peuvent être difficiles à identifier dans les bassins obliques. L'amplificateur de brillance est généralement inversé et positionné en «U» sous la table opératoire, et l'obliquité du bassin est prise en compte afin de visualiser correctement le plateau supérieur de S1, le promontoire et le tiers proximal du sacrum. Des marques au sol sont ensuite positionnées puis l'appareil est tourné de 90° afin de vérifier que le sacrum peut également être vu de face, ce qui est généralement moins problématique.

Abord chirurgical

L'abord chirurgical est postérieur, permettant d'exposer le rachis lombaire bas (au moins jusqu'en L3) et le sacrum. L'abord doit être étendu en distal jusqu'au second trou sacré, et se prolonge latéralement jusqu'aux deux ailes iliaques. Un écarteur contre-coudé peut être positionné sur la face externe de chaque aile iliaque, afin de faciliter l'écartement des parties molles. Compte tenu de la convergence nécessaire à la mise en place des vis sacrées, deux possibilités sont offertes en fonction des habitudes de l'opérateur. La première option consiste à n'utiliser que l'abord postérieur, et il est alors souvent nécessaire de réséquer de façon bilatérale la portion supéro-médiale de la crête iliaque, à l'aplomb du point d'entrée des vis, afin de permettre la convergence nécessaire. La seconde option, préférée par certains, consiste à réaliser de chaque côté une incision de 3–4 cm sur la face externe des ailes iliaques, qui permettra d'introduire la vis sacrée à travers l'os iliaque.

Mise en place des vis sacrées

Le point d'entrée des vis sacrées se situe environ 3 à 5 mm au-dessus du premier trou sacré et 5 mm en dehors (fig. 10.1). La direction doit être convergente (25–30°), et l'objectif est d'atteindre de profil le promontoire de S1, voire le 1/4 antérieur du plateau supérieur de S1, afin d'obtenir une fixation corticale solide. La première étape consiste en la mise en place au moteur d'une broche guide, contrôlée sous scopie, pour chacune des deux futures vis S1. Comme décrit précédemment, les broches peuvent être introduites directement par l'incision postérieure ou indirectement à travers l'os iliaque par les contre-incisions. Dans ce dernier cas, la broche traversera de dehors en dedans l'aile iliaque, pour arriver au point d'entrée désiré, et sa direction sera plus convergente (45–50°). La première étape sera alors l'élargissement du passage trans-iliaque à l'aide d'une mèche de diamètre 10, perforée et guidée par la mèche, afin de permettre le passage de la vis.

Lorsque le trajet des deux broches est satisfaisant sur le contrôle de profil, la longueur des vis est choisie (généralement de 25 à 40 mm), puis le point d'entrée est préparé à l'aide d'un taraud permettant d'affaiblir la corticale postérieure. Des vis canulées de diamètre 7,5 mm sont ensuite introduites sur les broches guides de façon bilatérales, puis les broches sont retirées.

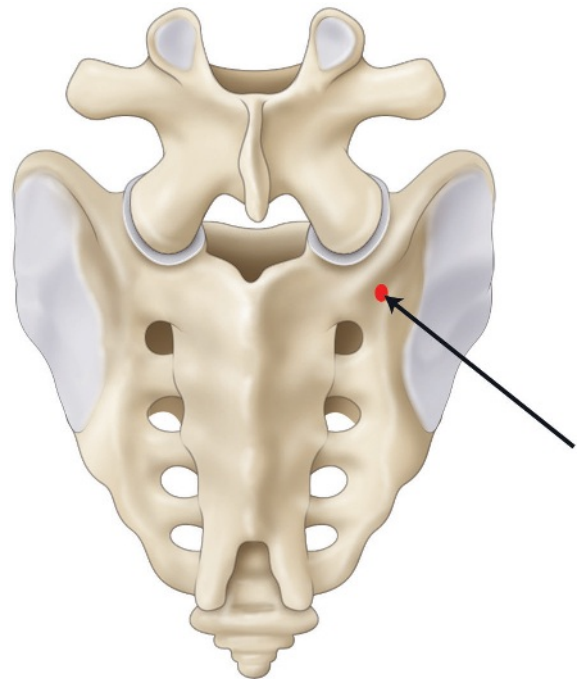


Fig. 10.1

Point d'entrée des broches destinées à la mise en place des vis S1.

Insertion des tiges

Les vis sacrées utilisées sont spécifiques de la fixation de Jackson. Il s'agit de vis fermées, présentant un canal oblique de 10° entre l'axe de la vis et la tige la traversant, dont la direction est indiquée (fig. 10.2). Avant l'introduction des tiges, il faut s'assurer que les boulons sont desserrés au maximum afin de ne pas entraver la pénétration des tiges.

Des tiges de diamètre 5,5 mm sont ensuite cintrées dans le plan sagittal, en prenant en compte la pente sacrée et l'incidence pelvienne, puis introduites au marteau à travers les vis sacrées. En cas de sacrum horizontal, une résection des articulaires supérieures de S1 est le plus souvent indispensable afin de faire pénétrer les tiges. Les tiges sont introduites dans les masses latérales du sacrum, en direction du pied des articulations sacro-iliaques, et perforent la corticale antérieure du sacrum latéralement, idéalement en regard de S3 (fig. 10.3). Il est recommandé de contrôler de profil les premiers centimètres d'insertion des tiges, afin de vérifier que ces dernières ne partent pas en arrière du sacrum, mais dès leur position intra-sacrée vérifiée, le contrôle de la poursuite du trajet s'effectuera de face.

Une fois la longueur jugée adéquate (passage de la corticale antérieure perceptible), le boulon de la vis S1 est serré définitivement, puis les deux tiges sont connectées par un dispositif transverse afin de rigidifier le montage. Les tiges pourront ensuite être connectées aux vis pédiculaires lombaires en fonction de l'indication d'arthrodèse (fig. 10.4).



Fig. 10.2

Vis S1 fermées à canal oblique permettant le passage trans-sacré de la tige.



Astuces techniques

- Vérifier la bonne visualisation du plateau supérieur de S1, du disque L5-S1, et du tiers proximal du sacrum sur le profil avant l'installation des champs.
- Le bassin du patient peut être fixé à la table à l'aide de bandes adhésives, notamment en cas de bassin oblique, pour éviter toute mobilisation intempestive lors de l'insertion des tiges.
- Les vis sacrées doivent être enfoncées au maximum, quitte à pénétrer légèrement dans le sacrum, afin d'éviter que les tiges ne glissent à la face postérieure du sacrum et n'empruntent pas le trajet trans-sacré.
- Il est souvent nécessaire de réséquer l'articulaire supérieure de S1 afin d'introduire les tiges dans les vis.
- En cas d'os ostéoporotique, le tournevis sera laissé sur la vis S1 lors de l'introduction des tiges, afin de stabiliser la vis et d'éviter ainsi qu'elle ne chasse vers le haut dans le disque L5-S1.

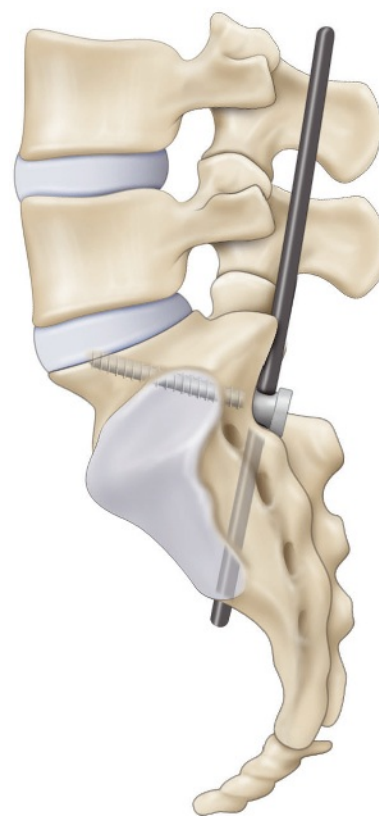


Fig. 10.3

Aspect final du montage de profil.



Fig. 10.4

Aspect radiographique du montage de profil.

Bibliographie

- Ilharreborde B, Hoffmann E, Tavakoli S, et al. Intrasacral rod fixation for pediatric long spinal fusion : results of a prospective study with a minimum 5-year follow-up. *J Pediatr Orthop* 2009; 29(6) : 594–601.
- Ilharreborde B, Mazda K. Intrasacral rod fixation for pediatric lumbopelvic fusion. *Eur Spine J* 2014; 23(Suppl 4) : S463–7.
- Mazda K, Khairouni A, Penneçot GF, et al. The ideal position of sacral transpedicular endplate screws in Jackson's intrasacral fixation. An anatomic study of 50 sacral specimens. *Spine* 1998; 23(19) : 2123–6.

Mise en place des implants pour une fixation lombo-sacrée par vis ilio-sacrée

L. Miladi

PLAN DU CHAPITRE

Technique de pose	74
Risques des vis ilio-sacrées	75
Suites opératoires	76

La technique de fixation pelvienne par voie trans-ilio-sacrée remonte aux années 1960, Paul Harrington l'utilisant pour réduire et fixer les spondylolisthésis.

Elle a été développée en France par Jean Dubousset. Elle est utilisée essentiellement pour les déformations rachidiennes d'origine neurologique ou associées à un important déséquilibre du tronc chez des patients présentant un os fragile.

En outre, l'os sacré est de nature peu solide, car fait dans sa grande majorité de spongieux très alvéolaire, notamment au niveau de ses ailerons. La zone la plus solide se trouvant dans le plateau de S1.

La fixation par vis ilio-sacrée présente des avantages de solidité et de stabilité exceptionnelles, même dans les os les plus fragiles, grâce au trajet de la vis et à la connexion de la tige en son milieu et non pas à son extrémité, comme c'est le cas pour toutes les autres techniques d'instrumentations segmentaires.

Technique de pose

Une fois le patient installé sur le ventre et les champs posés, on fait une incision postérieure médiane de 8 à 10 cm de long, centrée sur l'horizontale passant par les crêtes iliaques. On réalise ensuite un décollement sous-aponévrotique bilatéral, permettant de réaliser un abord transmusculaire selon la voie de Wiltsee de la charnière lombo-sacrée. On repère ensuite l'articulaire L5-S1 et le premier foramen sacré postérieur. L'espace entre ces deux éléments est alors dégagé en sous-périosté, en débordant latéralement vers l'aileron sacré. Une logette est ensuite creusée avec un ciseau emporte-pièce dédié, juste en dehors de la ligne joignant le milieu de l'articulaire L5-S1 à celui du premier foramen sacré (fig. 11.1). Le connecteur ilio-sacré est introduit dans cette logette, tenu par un porte-connecteur qui servira de support à un viseur spécifique.

Le porte-connecteur est incliné de 20 à 30° vers la ligne médiane, pour donner à la vis une obliquité vers l'avant lui permettant de passer en avant du canal rachidien. On branche dessus un bras de déport horizontal, sur lequel viendra coulisser le corps du viseur. Ce dernier comprend un tube cylindrique, dont l'extrémité venant au contact de la peau y imprime une marque circulaire sur laquelle on réalise une petite incision horizontale de 11 à 12 mm.

Le tube cylindrique muni de son mandrin est alors introduit à travers cette incision et avancé jusqu'au contact osseux (fig. 11.2). Le mandrin est remplacé par une pointe carrée qui perce l'os jusqu'au sacrum, avant d'être substituée par un taraud avec mandrin pour préparer le trajet



Fig. 11.1

Le connecteur ilio-sacré est inséré dans une petite logette creusée entre l'articulaire L5-S1 et le premier foramen sacré postérieur.

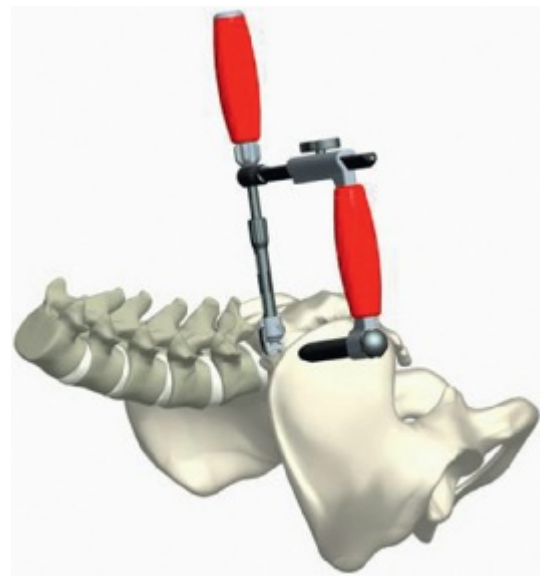


Fig. 11.2

Un viseur spécifique est monté sur le porte-connecteur permettant une mise en place facile de la vis en percutané.

de la vis. Le mandrin du taraud est ensuite retiré pour être remplacé par une broche mousse à ses deux extrémités que l'on fait avancer en tapotant dessus par petits coups réguliers avec un marteau diapason, jusqu'à ce que son extrémité distale vienne en contact avec la corticale antéro-latérale opposée du corps de S1 (fig. 11.3). À ce moment-là, on sent un changement de tonalité dans la sonorité du marteau et la broche n'avance plus. Le taraud est alors retiré tout en laissant en place la broche, dont la partie extérieorisée permet de déterminer la longueur exacte de la vis, grâce à un mesureur à lecture directe (fig. 11.4).

En cas de doute sur la position de la vis ou sur sa longueur, un contrôle scopique ou radiologique peut facilement être réalisé à ce stade.


Fig. 11.3

Le contact de la broche mousse avec la corticale opposée du sacrum arrête sa progression et induit un changement dans la tonalité du marteau diapason.


Fig. 11.4

Un mesureur dédié appliqué sur la partie extériorisée de la broche permet une lecture directe de la longueur exacte de la vis.

Le corps du viseur est ensuite retiré en gardant la broche en place, cette dernière servira de guide pour la mise en place de la vis, qui sera serrée à l'aide d'un tournevis canulé jusqu'à ce que sa tête fraisée vienne s'appliquer sur la corticale externe (fig. 11.5).

Le porte-connecteur est alors retiré, pour permettre le serrage de la vis de blocage qui se trouve au fond du corps du connecteur, solidarisant ainsi définitivement ce dernier à la vis ilio-sacrée, alors qu'il garde sa poly-axialité.

La même séquence de gestes est réalisée du côté opposé.

Les vis ilio-sacrées sont ainsi posées, avec un trajet qui va de l'aile iliaque jusqu'au corps de S1 en passant par son pédicule, sans jamais toucher l'articulation sacro-iliaque, en arrière de laquelle la vis passe (fig. 11.6).

Risques des vis ilio-sacrées

Comme toute technique chirurgicale, le vissage ilio-sacré peut avoir des défauts de positionnement, même s'ils sont devenus très rares depuis l'utilisation du viseur.



Fig. 11.5

La vis et le tournevis canulés permettent une insertion aisée de la vis sur la broche guide et son serrage.



Fig. 11.6

Le trajet de la vis ilio-sacrée est intégralement osseux, il passe en avant du canal rachidien et ne traverse à aucun moment l'articulation sacro-iliaque, mais passe en arrière d'elle.

La vis peut ainsi être mal positionnée, c'est généralement bien toléré et sans risques majeurs, sauf si la vis :

- est trop postérieure, finissant sa course dans le canal rachidien;
- est trop descendante, sa pointe pouvant venir en contact de la racine S1;
- a été trop serrée, sa tête pouvant transpercer l'aile iliaque et sa pointe venir s'approcher des vaisseaux iliaques opposés.

Enfin, dans certains cas où les ailes iliaques sont peu développées en arrière, le point d'entrée de la vis peut se trouver juste au-dessus de la crête iliaque sans qu'elle ne traverse l'os dans son passage, ce qui rend la fixation instable.

Suites opératoires

La fixation pelvienne par les vis ilio-sacrées est suffisamment solide pour permettre une verticalisation immédiate des patients dès que leur état général le permet, sans contention externe et sans la moindre restriction, aussi bien pour la position assise que pour la position debout et la reprise de la marche pour les patients marchants.

Technique de chirurgie mini-invasive dans les scolioses neuromusculaires

L. Miladi

PLAN DU CHAPITRE

Technique opératoire

78

Suites opératoires

81

Les scolioses neuromusculaires sont précoces et souvent évolutives malgré le traitement conservateur, nécessitant un traitement chirurgical à l'adolescence sous la forme d'une arthrodèse vertébrale. Or cette dernière reste un geste lourd et risqué, raison pour laquelle il peut être justifié de rechercher une alternative, sous la forme d'un traitement chirurgical précoce par une instrumentation rachidienne sans greffe, dont l'objectif est d'obtenir un résultat final au moins aussi bon que celui de l'arthrodèse, en préservant la croissance rachidienne et thoracique du patient, tout en réduisant significativement les risques.

La technique que nous allons décrire dans ce chapitre permet d'atteindre ces objectifs, à condition de respecter l'ensemble des recommandations.

Technique opératoire

Il est recommandé de réaliser l'intervention sous traction bipolaire modérée, ne dépassant pas 20 % du poids du corps, sous contrôle des potentiels évoqués somesthésiques (PES) et des potentiels évoqués moteurs (PEM). La traction sera asymétrique sur les membres inférieurs, voire même unilatérale en cas de bassin oblique prononcé.

Pour réaliser une traction bipolaire, pendant que le patient est encore sur le dos, on met en place un étrier de Gardner, un halo crânien ou bien un étrier de Meyfield pour la traction céphalique, et des bottillons en cuir ou des bandes adhésives pour la traction sur les membres inférieurs.

Le patient est ensuite installé sur le ventre, de préférence sur une table de chirurgie du rachis, ou à défaut sur une table ordinaire avec un coussin thoracique transversal, et deux coussins sous les crêtes iliaques, laissant libre de tout appui l'abdomen du patient.

Après détertion et badigeonnage de la totalité du dos jusqu'aux lignes axillaires antérieures, les champs sont posés en laissant les crêtes iliaques dans le champ opératoire.

On fait une première incision distale médiane, sur deux travers de doigt de part et d'autre de la ligne horizontale passant par le sommet des ailes iliaques; un décollement sous aponévrotique bilatéral sur quelques centimètres est réalisé pour permettre un abord transmusculaire paramédian selon la voie de Wiltse de la charnière lombo-sacrée, en passant entre le multifidus et le longissimus (fig. 12.1).

On dégage ensuite en sous-périosté la partie latérale de l'arc postérieur de L5 jusqu'à la transverse, et la face postérieure de S1 pour aller repérer l'articulaire L5-S1 et le premier foramen sacré postérieur, de chaque côté.

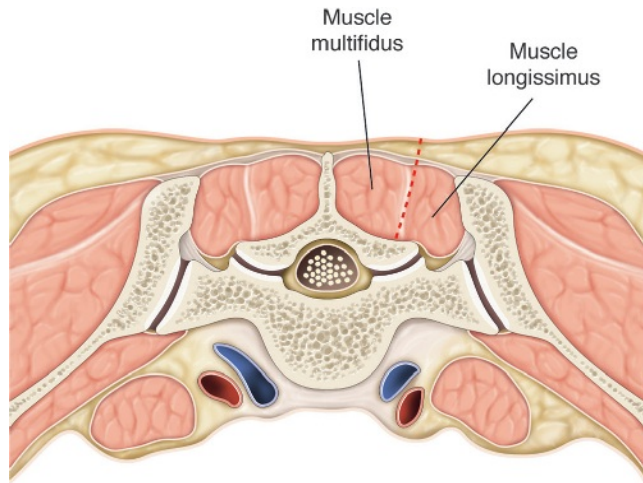


Fig. 12.1

L'abord est réalisé à travers un passage transmusculaire entre le multifidus et le longissimus, selon la voie de Wiltse.

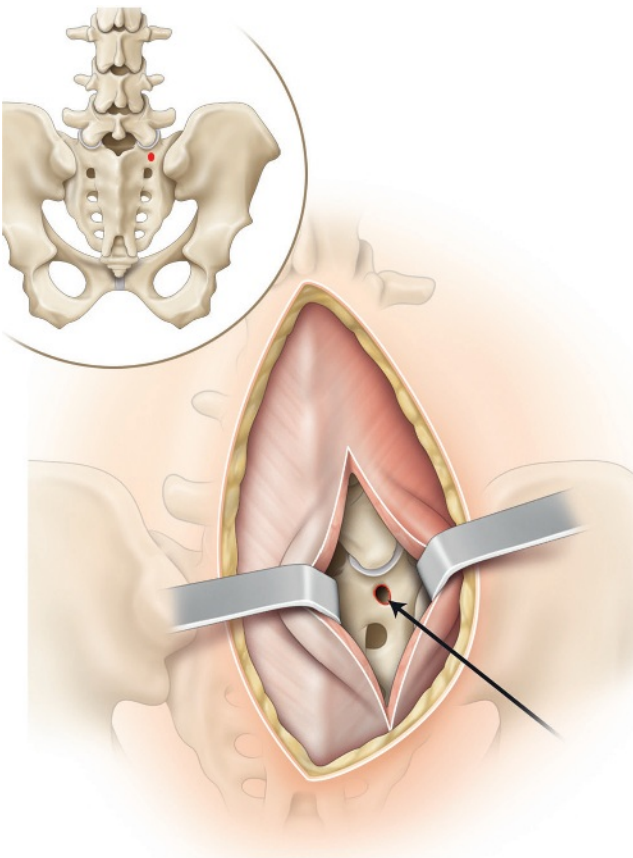
On procède ensuite à la préparation de l'emplacement du connecteur ilio-sacré, en réalisant une petite logette avec un ciseau emporte-pièce dédié, en dehors d'une ligne joignant le milieu de l'articulaire L5-S1 et le milieu du premier foramen sacré (fig. 12.2). La logette est tapissée de cire avant d'y insérer le connecteur ilio-sacré monté sur un porte-connecteur. Un viseur spécifique que l'on branche sur ce dernier permettra la mise en place de la vis ilio-sacrée par voie percutanée (fig. 12.3) : voir chapitre 11.

Une fois la vis ilio-sacrée posée, elle est immédiatement verrouillée dans le connecteur par une vis qui se trouve au fond du corps de ce dernier, ce qui lui évitera de se dévisser secondairement. Le même geste est réalisé du côté opposé.

En proximal, on réalise une incision médiane en regard des premières vertèbres thoraciques, on dégage en sous-périosté les arcs postérieurs de T1 à T5, en préservant le ligament interépineux. Une pince pédiculaire-bivertébrale est mise en place de chaque côté, en T1-T2 et T4-T5 en laissant T3 libre (fig. 12.4).

La mise en place des crochets est réalisée de préférence en les montant directement sur le pousse-crochet, stabilisés par le bouchon, sans préparation osseuse préalable ni ouverture du canal rachidien, ce qui permet de préserver le maximum du capital osseux et d'avoir la meilleure tenue possible des crochets dans l'os.

Ensuite, on procède à la préparation des tiges, une grande et une petite de chaque côté qui se chevauchent sur plusieurs centimètres. La grande tige doit faire une longueur allant du crochet le plus proximal au connecteur ilio-sacré, la petite tige a une longueur allant de 6 à 20 cm, en fonction de l'âge de l'enfant et de l'importance de sa déformation.

**Fig. 12.2**

La logette d'insertion du connecteur est creusée entre l'articulaire L5-S1 et le premier foramen sacré postérieur.

Les grandes tiges sont cintrées selon le profil que l'on souhaite donner au patient, avec une cyphose thoracique et une lordose lombaire proches des valeurs physiologiques.

Les petites tiges sont cintrées en lordose au niveau de leur moitié distale seulement. La moitié proximale est laissée droite pour éviter qu'elle ne vienne saillir sous la peau après sa mise en place.

Les grandes tiges sont passées en intramusculaire d'une incision à l'autre, généralement de haut en bas pour éviter le risque de perforer le thorax. Leur trajet peut être préparé par une pince de Bengolea. On met en premier les tiges de la concavité de la courbure principale ou bien celles du côté du bassin surélevé.

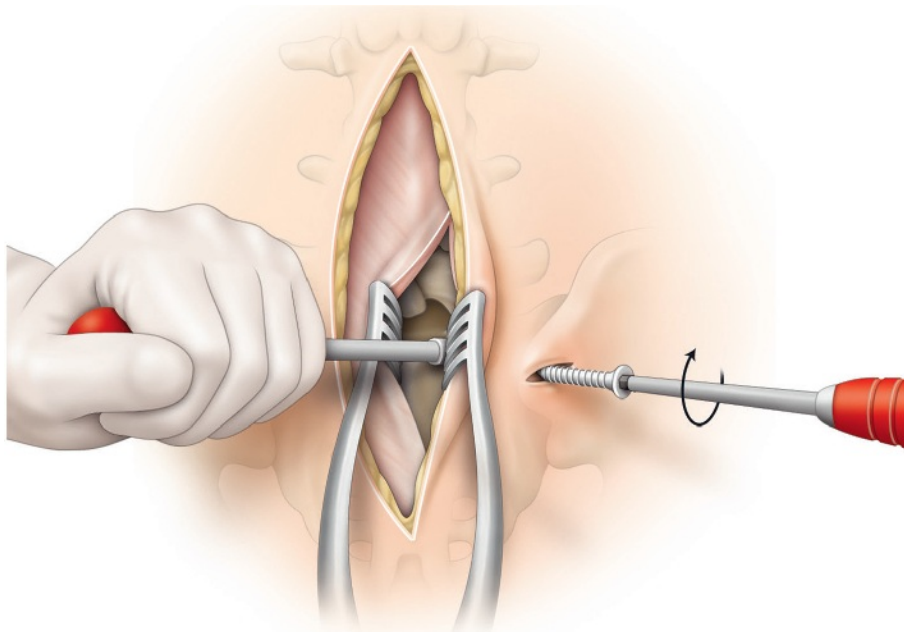
Une fois la grande tige concave mise en place, elle est tournée dans la bonne position de rotation avant d'être fixée en premier dans le crochet sus-laminaire proximal.

On met ensuite en charge les crochets n° 2 et 3 d'un seul geste, en faisant une distraction modérée entre ces deux crochets qui sont dos à dos.

Enfin, on met en charge le crochet n° 4, en le comprimant avec le crochet n° 3 de façon modérée.

La fixation proximale de la grande tige ainsi réalisée est bien solide, permettant de travailler tranquillement les connexions de son extrémité distale.

Pour ce faire, la petite tige précintrée est fixée dans le cylindre externe d'un domino à double canon fermé, placé à 4 ou 5 cm de l'extrémité distale de la tige et verrouillé dans la bonne position de rotation.

**Fig. 12.3**

La vis ilio-sacrée est introduite en percutané guidée par un viseur dédié.

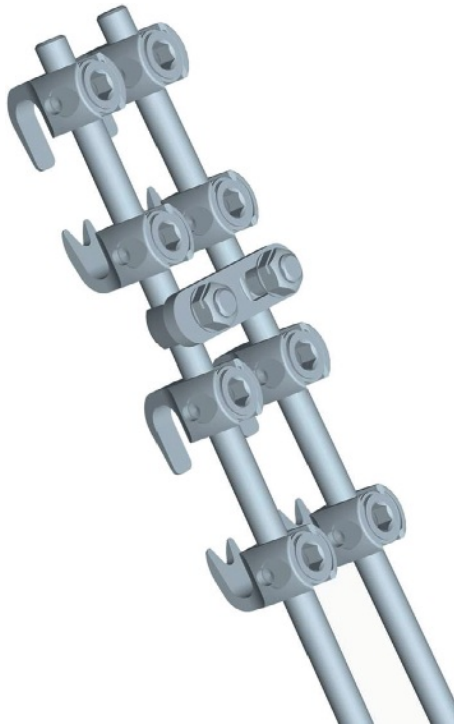


Fig. 12.4

La fixation proximale est assurée par une double pince de crochets pédiculo-sus-lamaires sur deux vertèbres adjacentes, séparées par une vertèbre libre, de chaque côté.

La petite tige fixée sur le domino aura auparavant été assemblée à la grande tige de bas en haut, en position latérale. Le domino est ensuite verrouillé à l'extrémité de la grande tige, dans la bonne position de rotation. Les deux tiges ainsi solidarisées entre elles par le domino, on introduit ensuite la petite tige dans le connecteur ilio-sacré.

Une fois la tige solidement verrouillée dans le connecteur, on peut procéder aux manœuvres de correction par distraction sur la petite tige, entre le connecteur ilio-sacré et le domino, dont les vis de verrouillage sur la petite tige ont été libérées auparavant puis resserrées à la fin de la manœuvre.

On se reporte ensuite sur le côté opposé pour réaliser la même séquence de gestes, à la différence près que la mise en charge est soit :

- en distraction complémentaire plus modérée que pour le premier côté, s'il n'y a pas d'obliquité pelvienne ;
- en compression, s'il persiste une obliquité du bassin malgré la distraction réalisée du côté concave.

Le montage est ensuite consolidé par la mise en place de trois dispositifs de traction transverse (DTT) : le premier est proximal en regard de la vertèbre laissée libre entre les deux pinces de crochets (T3), le deuxième se

trouve à la partie distale des grandes tiges, juste au-dessus des dominos. Ces deux DTT sont mis en position neutre et réalisent un cadre fermé avec les deux grandes tiges. Ce cadre *a priori* définitif se déplacera en bloc vers le haut le long des petites tiges lors des interventions d'allongement. Un troisième DTT est enfin mis en distraction sur les petites tiges, juste au-dessus des connecteurs ilio-sacrés, créant une configuration en triangulation avec les deux vis ilio-sacrées, renforçant significativement la stabilité et la solidité du montage (fig. 12.5).

On procède ensuite à la vérification du serrage de toutes les vis de blocage du montage avant la fermeture des plans aponévrotique, sous-cutané et cutané avec ou sans drainage selon les habitudes de chacun.

Des radiographies de contrôle sont réalisées en fin d'intervention, et l'étrier ou le halo crânien sont retirés de la tête du patient dès son retournement.



Fig. 12.5

Le montage est consolidé par trois dispositifs de traction transverse, dont un distal en distraction réalisant avec les vis ilio-sacrées une construction en triangulation.

Suites opératoires

La station assise est autorisée rapidement dès que l'état du patient le permet, sans contention externe (fig. 12.6).

Pour les enfants qui ne contrôlent pas bien leur tête, un collier mousse ou bien semi-rigide peut être mis en place lors de la verticalisation du patient.

Des interventions d'allongement seront réalisées ultérieurement tous les 12 à 24 mois, en fonction de l'âge de l'enfant et de l'importance de la déformation résiduelle.



Fig. 12.6

Les patients sont remis assis très rapidement sans contention externe.

L'allongement est réalisée à travers la cicatrice distale, en allant directement sur les dominos dont on libère le verrouillage sur les petites tiges des deux côtés, soit de façon asymétrique prédominant nettement du côté concave ou du côté du bassin surélevé, soit de façon symétrique si le bassin est horizontal.

Si la réserve d'allongement sur les petites tiges a été entièrement consommée au bout de deux ou trois allongements, ces dernières peuvent facilement être changées par des tiges plus longues, sans toucher au montage en cadre réalisé par les grandes tiges et leurs DTT.

Ces interventions d'allongement sont de préférence réalisées sous traction plus ou moins symétrique, et sous monitoring.

Par ailleurs, on peut profiter des interventions d'allongement de tiges pour réaliser un cintrage complémentaire des tiges, notamment dans le plan sagittal pour augmenter ou diminuer la quantité de lordose lombaire à la demande.

Au terme de quelques allongements, on peut espérer obtenir une correction quasi complète des déformations rachidiennes et de l'obliquité pelvienne, notamment si la méthode a été mise en route suffisamment tôt sur une déformation encore souple et réductible.

Le patient peut ainsi arriver à la fin de sa croissance avec un dos ayant très peu ou pas de déformation résiduelle et qui, en plus, s'est enraidie progressivement du fait de la présence de matériel métallique en place pendant quelques années. Ainsi, une arthrodèse définitive ne sera pas nécessaire, évitant au patient les nombreux risques et d'importantes souffrances liés à cette dernière.

Technique de correction des déformations vertébrales par voie postérieure selon la technique de translation simultanée sur deux tiges et dérotation concave

J.-L. Clément

PLAN DU CHAPITRE

Principe	84
Technique opératoire	84
Installation	84
Mise en place des ancrages	84
Choix et cintrage des tiges	84
Mise en place des connecteurs	85
Mise en place et orientation des tiges	86
Réduction d'une scoliose thoracique	86
Réduction d'une scoliose thoraco-lombaire ou lombaire	87
Réduction d'une double courbure	88
Fin de l'intervention	89
Conclusion	89

Principe

La technique ST2R (*simultaneous translation on 2 rods*) est basée sur le principe de la réduction de la déformation par translation postéro-médiale des vertèbres vers les deux tiges simultanément. Elle nécessite des ancrages stables et un système de liaison ancrage-tige qui permette de relier l'un à l'autre avant toute manœuvre de réduction.

Chaque ancrage, vis pédiculaire, pince autostable ou plaque sacrée comporte un axe fileté poly-axial qui reçoit un connecteur assurant la liaison ancrage-tige. La poly-axialité permet de positionner facilement la tige dans le plan sagittal avant toute manœuvre de réduction. Des ligaments peuvent remplacer ces ancrages métalliques.

Technique opératoire

Installation

L'intervention est réalisée sous anesthésie générale, hypotension contrôlée, *cell saver*, monitoring de la moelle épinière et morphine intrathécale. On réalise un cliché radiographique de repérage avec une aiguille dans l'épineuse de T12 dans laquelle on a injecté 1 cc de bleu patenté. L'aiguille visible sur le cliché permet de vérifier le niveau vertébral qui correspond à la vertèbre bleutée du champ opératoire.

Mise en place des ancrages

Les vis pédiculaires (fig. 13.1) ont une assise plane qui, prenant appui sur l'os, décharge le filetage et assure une bonne tenue. Les vis pédiculaires sont mises en place sans amplificateur de brillance après repérage anatomique du point d'entrée du pédicule et forage à l'aide d'une spatule courbe.

Les pinces autostables, pédiculo-transversaires (fig. 13.2), pédiculo-lamaires ou lamo-lamaires comportent un crochet principal et un contre-crochet solidarisés entre eux par une barre.

Les ligaments (fig. 13.3), reliés à la tige par un connecteur spécial, permettent de réaliser un ancrage soit sous la lame, soit en 8 de chiffre sous la lame et la transverse.



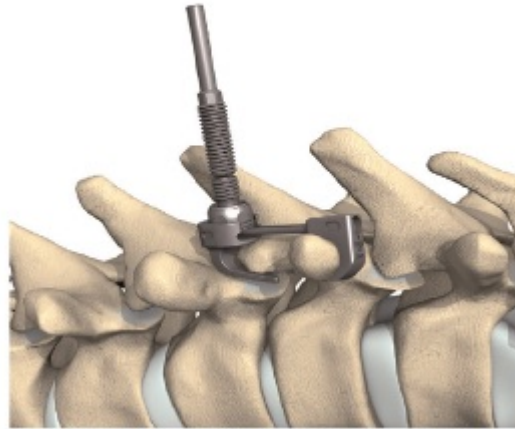
Fig. 13.1

Vis pédiculaire avec son assise plane et son extension filetée poly-axiale.

Nous utilisons habituellement des vis à l'étage lombaire et thoracique et une pince pédiculo-transversaire bilatérale sur l'ancrage proximal qui a l'avantage de respecter l'articulation avec la vertèbre sus-jacente réduisant le risque de cyphose jonctionnelle proximale. En cas de difficulté à trouver les pédicules, notamment dans la concavité de la courbure thoracique, nous utilisons des pinces pédiculo-transversaires ou des ligaments.

Choix et cintrage des tiges

De diamètre 5,5 ou 6 mm, les tiges sont en chrome-cobalt, ou en alliage de titane (TA6V) comme l'ensemble du matériel. Le chrome-cobalt est plus rigide que le titane mais moins élastique. La qualité de la réduction étant un compromis entre le rappel élastique de la tige et la rigidité du rachis, on choisira l'un ou l'autre diamètre et matériaux selon la rigidité de la courbure et la qualité de l'os. Les deux tiges sont cintrées selon le profil souhaité. La cyphose thoracique est adaptée à la lordose lombaire, elle-même adaptée à l'incidence pelvienne.

**Fig. 13.2**

Pince poly-axiale pédiculo-transversaire autostable et son extension fileté poly-axiale.

**Fig. 13.3**

Ancrage par ligament et son connecteur.

Actuellement, des tiges précintrées sur mesure dont le but est de rechercher le meilleur équilibre sagittal du patient sont disponibles.

Mise en place des connecteurs

Chaque ancrage métallique comporte une extension fileté poly-axiale qui reçoit un écrou. La liaison extension fileté-tige se fait par l'intermédiaire de deux types de connecteurs (fig. 13.4).

Le connecteur standard est autoserrant sur la tige. Le serrage de l'écrou sur l'extension fileté rapproche d'abord l'ancrage de la tige en assurant la translation postéro-médiale, puis l'écrou verrouille la poly-axialité et bloque le connecteur sur la tige.

Le connecteur de dérotation possède un bouchon vissé supplémentaire permettant de décomposer la manœuvre de serrage en deux temps : l'écrou pour la translation et la poly-axialité, le bouchon vissé pour le blocage sur la tige. Il existe d'autres types de connecteurs *offset*, angulés, ouverts, de réalignement, iliaques qui s'adaptent aux situations particulières.

Les connecteurs sont enfilés sur les tiges en nombre égal à celui des ancrages, tige en position médiale. Pour les courbures thoraciques, nous utilisons sur les deux tiges des connecteurs de dérotation pour la vertèbre sommet et pour les trois ou quatre vertèbres situées de part et d'autre et des connecteurs standard pour les autres ancrages. Pour les courbures thoraco-lombaires et lombaires, nous utilisons des connecteurs de dérotation à tous les niveaux pour faciliter les manœuvres de compression.



Fig. 13.4

Connecteur standard (a) autoserrant sur la tige et connecteur de dérotation (b) qui comporte un bouchon vissé supplémentaire permettant de décomposer la manœuvre de serrage en deux temps.

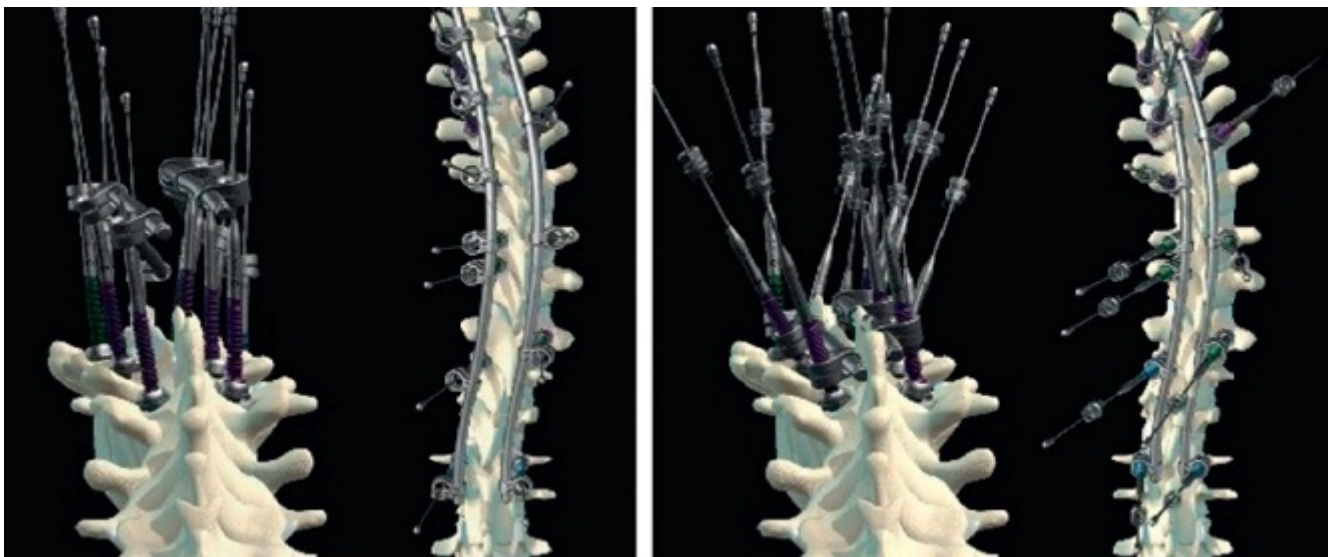


Fig. 13.5

Mise en place des deux tiges et des écrous à l'aide des tubes guides souples.

Mise en place et orientation des tiges

Grâce aux tubes guides souples, les tiges sont descendues jusqu'à l'extrémité des extensions filetées. Les écrous sont introduits et vissés juste sur un tour (fig. 13.5). La poly-axialité des axes filetés permet ensuite d'orienter facilement les tiges dans le plan sagittal sans provoquer de réduction de la scoliose. Il faut alors serrer un écrou sur chacune des deux tiges, en général l'écrou de l'ancrage proximal, pour bloquer la rotation de la tige (fig. 13.6).

Réduction d'une scoliose thoracique

Elle se fait simplement en vissant de façon alternative et progressive les écrous de tous les ancrages (fig. 13.7), ce qui assure la translation et la dérotation. Les connecteurs de dérotation du côté concave sont verrouillés sur la tige, avant la manœuvre de réduction, en serrant le bouchon vissé des connecteurs en position de correction dans le plan coronal. Les connecteurs de dérotation du côté convexe sont laissés libres pour

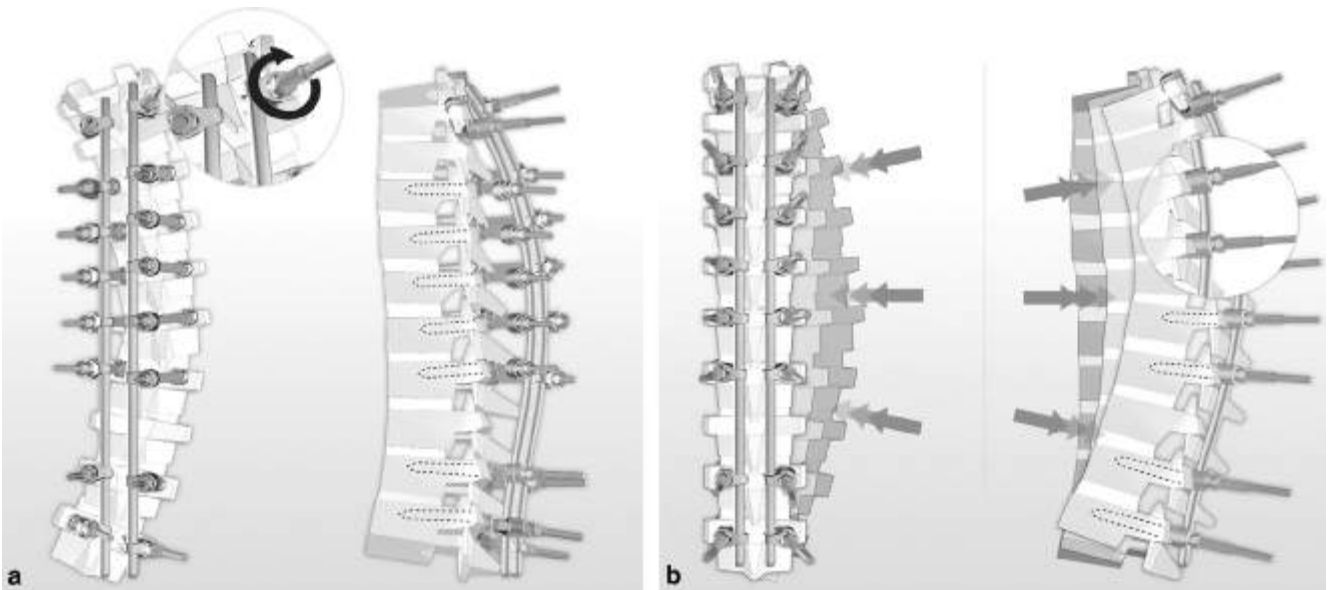


Fig. 13.6

Après orientation des tiges dans le plan sagittal, le serrage de l'écrou proximal permet de bloquer la rotation de la tige (a). Le serrage progressif et alternatif des autres écrous sur les deux tiges assure la translation postéro-médiale des vertèbres (b).

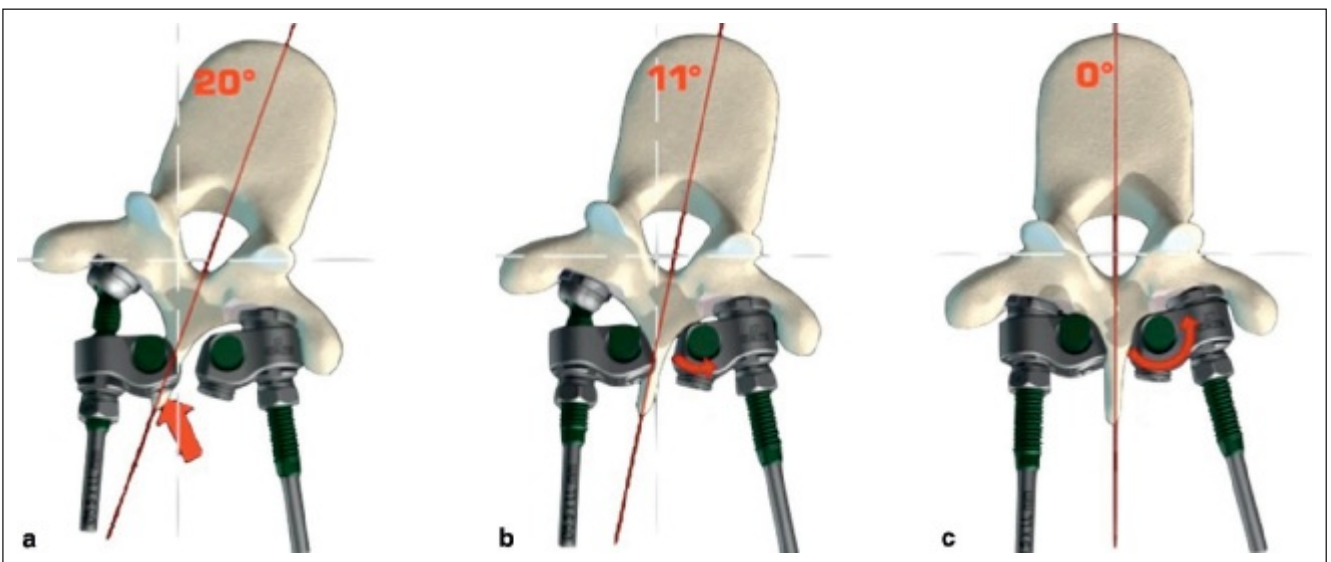


Fig. 13.7

Dérotation des vertèbres au sommet par translation concave.

Après blocage du bouchon fileté du côté concave (a : flèche), le bouchon convexe étant laissé libre, le vissage de l'écrou concave assure une translation additionnelle de la concavité et la rotation vertébrale autour de la tige convexe (b, c : flèches).

permettre la rotation de la vertèbre dont le centre de rotation est la tige convexe. Du fait de l'orientation des vertèbres dans le plan axial, la translation est terminée du côté convexe avant celle du côté concave. Il reste alors une translation supplémentaire concave qui va réaliser la dérotation axiale des vertèbres (fig. 13.8).

Réduction d'une scoliose thoraco-lombaire ou lombaire

Associée à la manœuvre de translation/dérotation, il convient de réaliser une compression de la convexité. Ces trois manœuvres ne sont pas réalisables simultanément et on

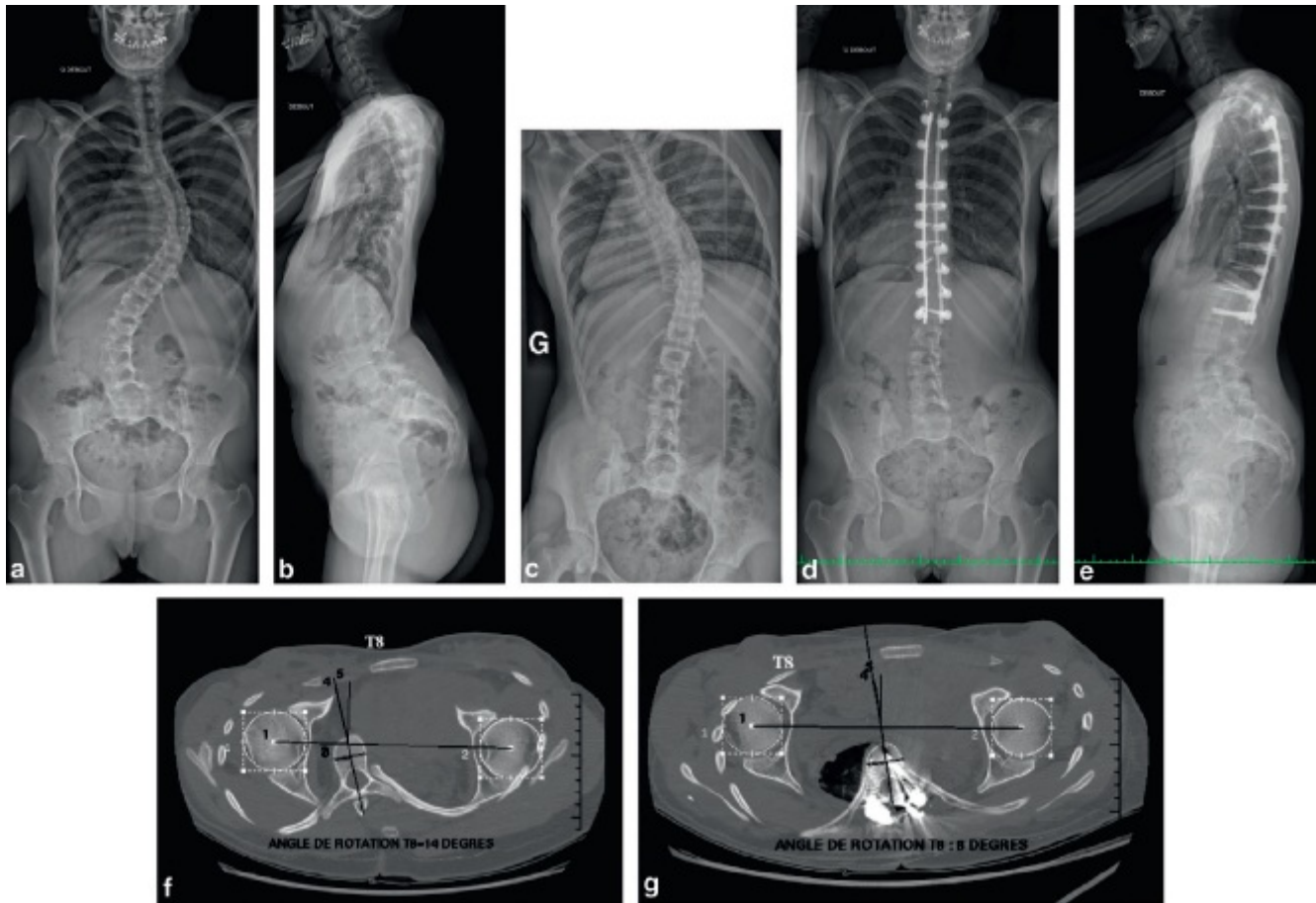


Fig. 13.8

Scoliose idiopathique Lenke 1C; aspect pré et postopératoire.

Scoliose avec hypocyphose (a, b) et réductibilité de la contre-courbure lombaire sur le bending gauche (c), classée Lenke 1C N—.

Instrumentation thoracique sélective T4-L1 avec réduction par translation simultanée sur deux tiges (ST2R) et dérotation concave (d, f).

Coupes de scanner pré- et postopératoire sur la vertèbre sommet T8 montrant la translation postéro-médiane de la vertèbre et sa dérotation de 14 à 6° par rapport à l'axe bifémoral (g, h).

effectue d'abord la translation puis la compression convexe et enfin la dérotation. Après avoir mis en place les deux tiges et les écrous, orienté les tiges et bloqué leur rotation par serrage de l'écrou proximal, on procède comme suit :

1. manœuvre de translation par serrage des écrous de la tige convexe jusqu'à ce que les vertèbres soient au contact de la tige convexe;
2. mise en compression des ancrages de la tige convexe de proche en proche par blocage des bouchons vissés des connecteurs;
3. libération de la rotation des vertèbres intermédiaires par desserrage des bouchons vissés convexes et maintien de la compression en laissant les connecteurs des deux extrémités de la zone comprimée bloqués;
4. manœuvre de dérotation identique à la dérotation thoracique avec serrage des bouchons vissés des connecteurs

de dérotation concaves en position de correction dans le plan coronal, puis serrage progressif des écrous concaves réalisant la translation additionnelle concave qui permet la dérotation vertébrale;

5. resserrage des bouchons vissés de la convexité.

Réduction d'une double courbure

Le blocage de la rotation de la tige se fait par l'écrou de la vertèbre neutre, intermédiaire entre les deux courbures. La réduction associe les deux techniques de réduction en commençant par la courbure principale.

Toutes ces manœuvres de réduction se font en douceur en répartissant les contraintes sur tous les ancrages par serrage alternatif des écrous.

Fin de l'intervention

Après serrage final des écrous et rupture des têtes d'écrou et des extensions filetées, on procède à la :

- décortication des épineuses;
- mise en place des greffons récupérés et mélangés à des substituts osseux;
- fermeture sur Redon superficiel.

Le lever se fait au 2^e jour et la sortie au 6^e jour.

Conclusion

La technique ST2R, méthode simple de réduction des scolioses, s'attache à réduire la déformation dans les trois plans de l'espace. Elle donne des réductions de 80 % de

l'angulation dans le plan coronal, un gain moyen de 20° de la cyphose thoracique dans les hypocyphoses et une dérotation de la vertèbre sommet de 40 % qui ne se fait pas au détriment de la correction sagittale.

Bibliographie

Clément JL, Chau E, Kimke C, et al. Restoration of thoracic kyphosis by posterior instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis : comparative radiographic analysis of two methods of reduction. *Spine* 2008; 33 : 1579–87.

Clément JL, Chau E, Vallade MJ, et al. Simultaneous translation on two rods is an effective method for correction of hypokyphosis in AIS : radiographic results of 24 hypokyphotic thoracic scoliosis with 2 years follow-up. *Eur Spine J* 2011; 20 : 1149–56.

Correction par rotation d'une tige dans les scolioses idiopathiques

C. Morin

PLAN DU CHAPITRE

Principe	92
Technique	92
Installation et abord	92
Mise en place des implants	92
Scoliose thoracique	92
Scoliose lombaire	93
Scoliose combinée thoracique et lombaire	93
Mise en place de la tige et correction	93
Cas particuliers	95
Courbures importantes et raides	95
Cas limites	95

Principe

La correction par rotation de la tige a été décrite initialement par Cotrel et Dubousset, lors de la mise au point de l'instrumentation CD (Cotrel-Dubousset). Elle est toujours d'actualité, moyennant quelques modifications, pour corriger les scolioses souples, de gravité moyenne.

Technique

Installation et abord

L'installation se fait en décubitus ventral, hanches et genoux fléchis, la tête peut être maintenue avec un étrier de Gardner. On vérifie l'absence de compression abdominale. Des électrodes sont mises en place pour l'étude des potentiels évoqués. Une ligne est tracée au crayon dermographique de C7 au sacrum pour permettre une incision, strictement médiane. Le repérage se fait par un cliché radiographique de face avec une aiguille plantée dans une épineuse.

L'abord se pratique au bistouri électrique et à la rugine de Cobb, des arcs postérieurs jusqu'à la pointe des transverses, avec respect des ligaments interépineux au-delà des vertèbres à instrumenter.

On mettra bien en évidence au niveau thoracique le S italique formé par le bord inférieur de la lame, de l'articulaire inférieure et de la transverse, repères utiles pour la mise en place des crochets pédiculaires (CP). Au niveau lombaire, c'est la face latérale de l'articulaire supérieure, l'isthme vertébral et la transverse qui seront bien exposés pour préparer l'insertion des vis pédiculaires (VP).

Mise en place des implants

La mise en place des implants se fait de caudal à crânial. Seulement quelques vertèbres sont instrumentées. Ces vertèbres stratégiques sont déterminées en préopératoire sur les radiographies (face, profil, tests de réduction).

Scoliose thoracique

En raison de la déformation tridimensionnelle, les scolioses thoraciques modérées présentent une hypocyphose, voire un dos plat ou creux.

La tige de dérotation doit être positionnée du côté concave. Ainsi au cours de la correction, la distraction obtenue permettra de corriger au moins en partie le plan sagittal.

Position des implants (fig. 14.1) :

- du côté concave :
 - à l'extrémité supérieure de l'instrumentation, une pince pédiculo-transversaire (PT) jusqu'à T3 ou pédiculo-lamaire (sur deux vertèbres adjacentes) si la limite supérieure est au-dessus de T3,
 - à l'extrémité inférieure de l'instrumentation, le plus souvent deux VP de diamètre 6,5, surtout en cas d'amorce de contre-courbure ou pour initier la lordose lombaire,
 - au niveau de la zone sommet (nœud de la scoliose), les implants sont positionnés de part et d'autre de la vertèbre apicale, avec un espacement entre les implants d'une ou deux vertèbres. Nous n'utilisons plus de crochet supralamaire sur la vertèbre intermédiaire inférieure pour éviter tout implant intracanalair, mais mettons en place une VP, souvent à tête poly-axiale, de diamètre 5,5 ou 4,5. Un ou deux CP complètent le montage intermédiaire, mais il est également possible d'utiliser des VP;
- du côté convexe :
 - à l'extrémité supérieure, une pince comme du côté concave,
 - à l'extrémité inférieure, une VP est suffisante,
 - sur la vertèbre apicale, un CP ou une VP.



Fig. 14.1

Les vertèbres stratégiques à instrumenter dans une lordoscoliose thoracique T5-L1.

Scoliose lombaire

En raison de la déformation tridimensionnelle, les scolioses lombaires modérées présentent un profil plat, voire une cyphose.

La tige de dérotation doit être positionnée du côté convexe. Ainsi au cours de la correction, la compression obtenue permettra de corriger le plan sagittal.

Position des implants (fig. 14.2) :

- du côté convexe : toutes les vertèbres sont instrumentées par des VP, *a priori* à tête mono-axiale, l'inférieure étant de diamètre 6,5;
- du côté concave : il n'est pas nécessaire d'instrumenter par VP toutes les vertèbres de la courbure, les extrêmes suffisent.

Scoliose combinée thoracique et lombaire

La tige sera positionnée en concave thoracique et convexe lombaire. On instrumente les vertèbres en associant les montages propres à chacune des courbures élémentaires.

Au fur et à mesure de la mise en place des implants, l'arthrodèse est préparée à chaque niveau par avivement des articulaires.



Fig. 14.2

Les vertèbres stratégiques à instrumenter dans une cyphoscoliose lombaire T9-L4.

Mise en place de la tige et correction

Toutes les articulaires ayant été réséquées, on passe au temps de correction qui est assuré par la rotation de la tige placée du côté de la concavité thoracique et/ou de la convexité lombaire.

Sa longueur doit être choisie en imaginant ce que deviendra la distance entre les implants extrêmes en fin de correction (au niveau thoracique : instrumentation concave, prévoir une longueur plus importante que la zone instrumentée; inversement au niveau lombaire : instrumentation convexe prévoir une longueur moins importante que la zone instrumentée). Le galbe de la tige est donné en fonction du profil idéal que l'on désire obtenir (fig. 14.3).

La tige, d'abord placée dans la pince supérieure (crochets munis de leurs bouchons), est ensuite introduite successivement dans les implants intermédiaires puis les inférieurs en s'aidant d'ancillaires adaptés (fig. 14.4). Tous les bouchons sont mis en place mais aucun n'est serré. La tige à ce moment se trouve dans le plan de la plus grande déformation (plan frontal, voire en cas de lordose très importante dans un plan plus sagittal). Il faut alors la tourner de 90° (parfois plus) afin d'amener son cintrage dans un plan strictement sagittal (fig. 14.5). Durant cette manœuvre de rotation, on prendra garde à ce que le CP intermédiaire ne se désengage pas, même partiellement de son logement sous l'articulaire inférieure. Si c'est le cas il faut stopper la rotation et remettre le crochet en charge par une légère détraction. Une fois la rotation terminée, tous les crochets sont mis en charge (compression de la pince PT, détraction sur les CP), puis les bouchons sont serrés.

Après ces manœuvres de correction, si les potentiels évoqués ne sont pas modifiés, on met en place la tige controlatérale qui permet d'améliorer la stabilité du montage.

La tige est moins galbée dans la région thoracique de façon à améliorer la détorsion par pression postéro-antérieure sur la vertèbre sommet. Comme il n'y a aucune rotation de la tige



Fig. 14.3

Galbe à donner à la tige concave pour corriger une scoliose à double courbure.

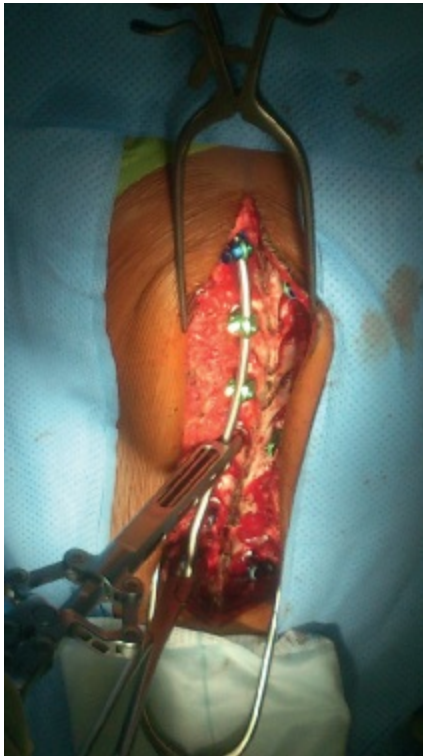


Fig. 14.4

Pince introductrice dite « 4 pattes » faisant pénétrer la tige dans une vis intermédiaire en T9 pour un montage T5L1.

à effectuer, elle est d'emblée introduite dans un plan strictement sagittal dans la pince PT supérieure qui est immédiatement serrée, puis, après un relais dans le CP (ou la VP) en zone apicale, elle est abaissée vers la VP inférieure. Une mise en charge du CP apical termine la mise en place des tiges. Puis on dispose deux dispositifs transverses qui permettent de faire un montage en cadre pour améliorer la stabilité de l'ensemble (fig. 14.6).

Auparavant la décortication des arcs postérieurs aura été débutée, de la tranche de section des épineuses à la pointe des transverses, ce qui est le plus souvent possible dans les zones non instrumentées avec un ciseau gouge de Capener, même en présence des tiges. Elle sera poursuivie une fois les dispositifs transverses en place sur le reste de la colonne. Les fragments osseux non pédiculés peuvent être mixés et mélangés à de la céramique bioactive. Avant qu'ils ne soient étalés sur la surface de décortication, nous procédons à un lavage pulsé permettant de nettoyer la plaie opératoire et de bien mettre en évidence les zones non encore décortiquées.

À chaque temps opératoire susceptible de menacer la structure médullaire (mise en place de crochets intracanaux, de vis dans la région thoracique, lors de toute manœuvre de correction en particulier de la tige concave et en fin d'intervention), une surveillance électrophysiologique est effectuée.

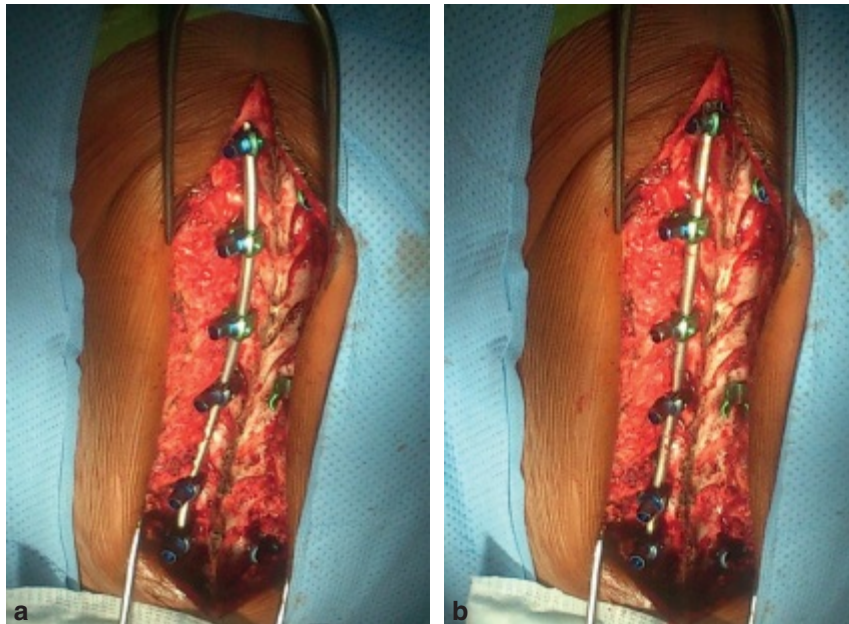


Fig. 14.5

Lordoscoliose thoracique.

- a. La tige est introduite dans les différents implants avant toute manœuvre de correction. Elle est ici dans un plan frontal.
- b. La rotation de la tige concave l'a amenée du plan frontal au plan sagittal.

La fermeture se fait en trois plans avec un drainage sous-cutané mis en aspiration une heure après la fin de l'intervention. Il n'y a aucune immobilisation postopératoire et la reprise progressive de la marche se fait après l'ablation du drainage.

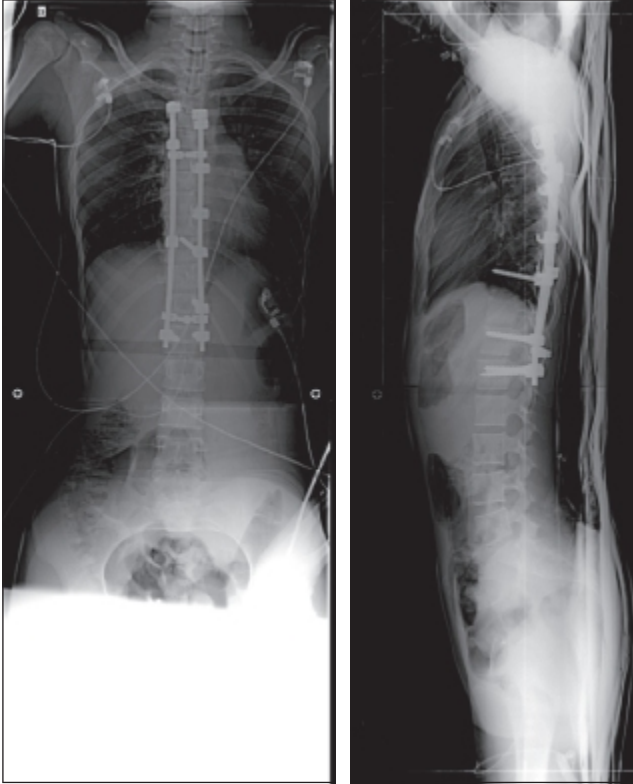


Fig. 14.6

Montage typique dans une lordoscoliose T4-L1.

Cas particuliers

Courbures importantes et raides

En cas de courbures thoraciques importantes et très raides (courbures résiduelles supérieures à 40° sur le test de réductibilité, test d'élongation ou *bending*), la technique de correction par rotation de la tige concave ne peut s'appliquer. On utilise alors une technique avec deux tiges concaves : une courte tige dans la zone apicale entre deux implants, le plus souvent CP en haut et VP en bas ; une longue tige entre les vertèbres extrêmes de l'instrumentation. Un dispositif transverse translate, vers la ligne médiane et l'arrière, la petite tige vers la grande tige (fig. 14.7).

Cas limites

De même, il ne sera pas possible de recourir à la technique de rotation d'une tige dans les courbures thoracolumbaires. Dans ce cas, une courbure dans le plan frontal doit correspondre en fin de correction à trois courbures dans le plan sagittal (cyphose thoracique, rectitude thoraco-lombaire et lordose lombaire). De la même façon, dans les doubles thoraciques, deux courbures dans le plan frontal doivent correspondre en fin de correction à une seule courbure cyphotique harmonieuse de profil. Il faut préférer une technique où les implants vont progressivement être amenés sur une tige positionnée d'emblée en position optimale.

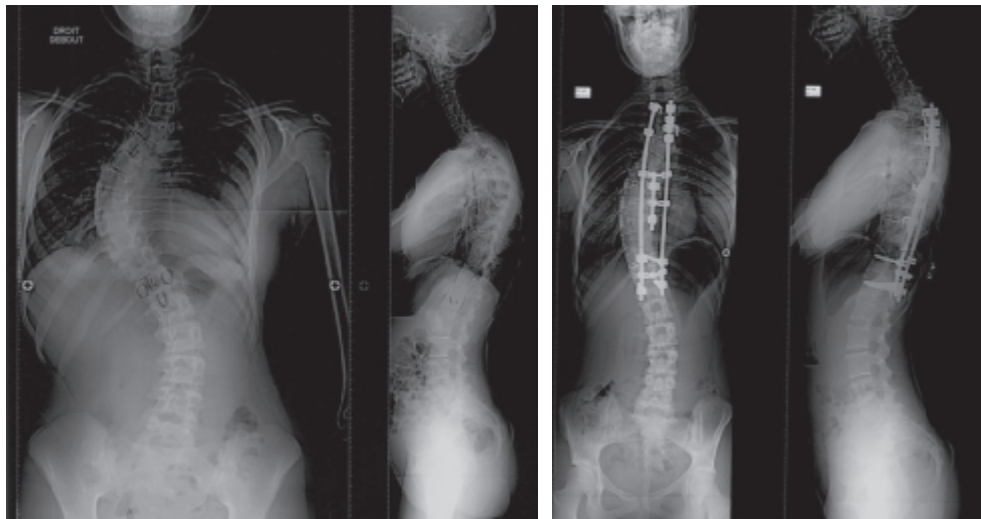


Fig. 14.7

Correction d'une courbure raide par la technique des deux tiges concaves.

Techniques de correction des déformations vertébrales par voie postérieure : le cintrage *in situ*

J.-P. Steib

PLAN DU CHAPITRE

Grands principes du cintrage <i>in situ</i>	98
Correction d'une scoliose thoracique	98
Correction d'une scoliose lombaire	99
Correction d'une scoliose thoraco-lombaire	100
Le cintrage <i>in situ</i> est adapté à tout type de déformation	100
Discussion	100

L'idée du cintrage *in situ* (CIS) appliqué aux déformations a germé dans les années 1980 après les premiers travaux de Roger Jackson et de Philippe Gilet sur les fractures. La découverte, au début des années 1990, que le CD ne permettait pas une dérotation vertébrale aussi complète qu'imaginée, a précipité les choses. Plutôt que de tourner la tige, le principe du cintrage s'est imposé : donner à la tige la forme du rachis puis au rachis la forme de la tige. La technique voulait aussi simplifier et maîtriser les manœuvres de translation délicates à l'époque. D'abord limité à la scoliose, le CIS s'est appliqué à toutes les pathologies devenant une ligne de conduite chirurgicale.

Grands principes du cintrage *in situ*

Le premier principe est de **séparer pose du matériel et manœuvres de réduction**. La tige est descendue par cintrage dans les implants copiant la déformation. La fermeture des implants sur la tige se veut simple et rapide. Secondairement, la tige prendra sa forme définitive donnant au rachis la correction voulue. Cette tige nécessite un grand domaine plastique pour être déformée sans entraîner d'hypercorrection délétère. Après modelages successifs, elle change ses caractéristiques augmentant son domaine élastique et sa limite à rupture (fig. 15.1).

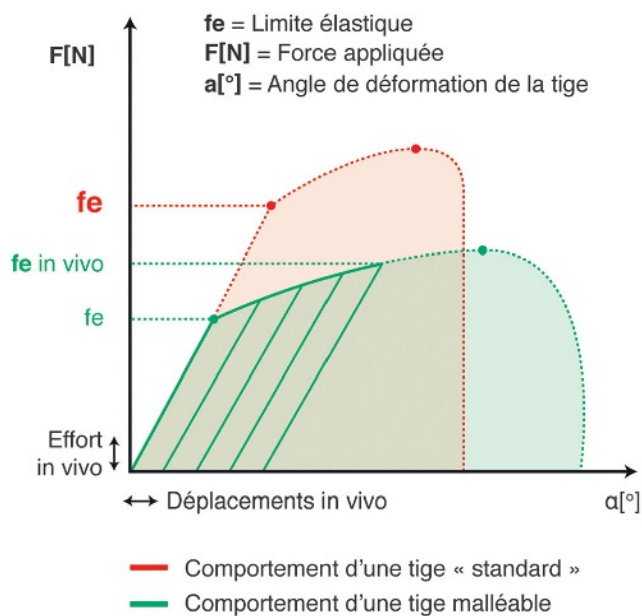


Fig. 15.1

Transformation de la tige à grand domaine plastique.

Le deuxième principe réside dans la **perpendicularité tige-implants** : la forme du rachis sera celle de la tige. La tige à profil idéal assistée par ordinateur est actuellement très en vogue. Son utilisation avec des vis poly-axiales en atténue l'efficacité et un cintrage complémentaire, voire un décintrage, est souvent nécessaire. Dans la technique du CIS, la tige ne sera pas de face, droite avec un rachis encore dévié : elle sera aussi droite que possible avec un rachis corrigé au mieux.

Le troisième principe repose sur la **mobilisation de la vertèbre dans le plan axial** : les fers à cintrer au contact de l'implant modelent la tige et déplacent la vertèbre qui fait sa place dans la déformation et mobilise les vertèbres adjacentes (réduction dans les trois plans de l'espace). Une fixation multisegmentaire est nécessaire : toutes les vertèbres en lombaire, une sur deux en thoracique où les disques pincés et des côtes attenantes gênent la réduction.

La réduction se fait dans la convexité lombaire et la concavité thoracique où il faut multiplier les implants sur la tige de réduction. La deuxième tige de stabilisation est allégée en implants. La réduction se fait en remontant en sens inverse le chemin de la pathologie. Pendant la correction, les implants ne sont pas verrouillés laissant le rachis libre de s'allonger ou de se raccourcir. Un point fixe est nécessaire pour ne pas perdre la réduction par rotation spontanée de la tige. La correction s'arrête quand la réduction est obtenue ou quand le rachis a donné tout ce qu'il pouvait (sensation que le cintrage n'est plus suivi d'effet).

La correction des scolioses par CIS est libre de toute classification. L'instrumentation s'étend d'une vertèbre limite (VL) à l'autre, donnée par le *bending test*. Les VL supérieure et inférieure de chaque courbure organique sont indiquées par le premier disque baillant dans les deux sens (correction/aggravation). La VL est modulée par le profil (descente ou remontée d'un ou deux niveaux) et par la rotation qui ne doit pas être importante sur la vertèbre suivant la VL au *bending*. Toutes les contre-courbures organiques sont instrumentées. L'équilibre frontal est maîtrisé par le dosage de la correction : maximale pour la scoliose principale (la plus raide) et relative pour les courbures plus souples. Il faut savoir redéformer une courbure pour éviter une gîte frontale. *A contrario*, l'accentuation du profil s'obtient souvent par cintrage bilatéral.

Correction d'une scoliose thoracique

Elle se fait par la **concavité**. Le crochet pédiculaire (CP) est le meilleur élément pour tirer la vertèbre en arrière

et en dedans. La vis résiste moins à l'arrachement et le clamp trop médian contrôle mal la rotation. La distraction n'étant pas utile, les CP (contrainte vers le haut) sont adaptés au CIS sans besoin de crochets laminaires (contrainte vers le bas). Une vertèbre sur deux est instrumentée. Les fers à cintrer sont appliqués successivement de part et d'autre des implants avec cintrage alterné en dedans et en arrière. La vertèbre se déplace en suivant des créniaux copiant à reculons le chemin de la déformation (fig. 15.2). Chaque cintrage en arrière du côté concave entraîne une dérotation vertébrale. Le cintrage en dedans change l'axe de rotation impliquant une détorsion du rachis. Les efforts en arrière favorisent la mise en cyphose. Le déplacement dans l'espace des vertèbres entraîne un allongement de la concavité (écartement automatique des vertèbres sans distraction mécanique obligatoire). La correction obtenue, les crochets sont remis en charge et les implants sont verrouillés.

Correction d'une scoliose lombaire

Elle se fait par la **convexité**. La vis est l'élément clé pour pousser et tourner la vertèbre. Les vis sont chaussées d'un bloc de dérotation que manœuvre l'aide, alors que le chirurgien réalise une poussée antérieure de chaque vertèbre par CIS. La vis et la vertèbre tournent autour de la tige. Les fers à cintrer sont appliqués successivement de part et d'autre de chaque vis avec cintrage en avant de la tige. La vertèbre se déplace suivant des créniaux copiant à reculons le chemin de la déformation (fig. 15.3). Elle avance ce qui améliore la lordose, se médialise ce qui améliore l'angle de Cobb et tourne ce qui améliore sa rotation. Le cintrage de la tige déplace le centre de rotation de la vis, ce qui produit une détorsion du rachis. Le déplacement dans l'espace des vertèbres entraîne un raccourcissement de la convexité (rapprochement automatique des vis sans compression

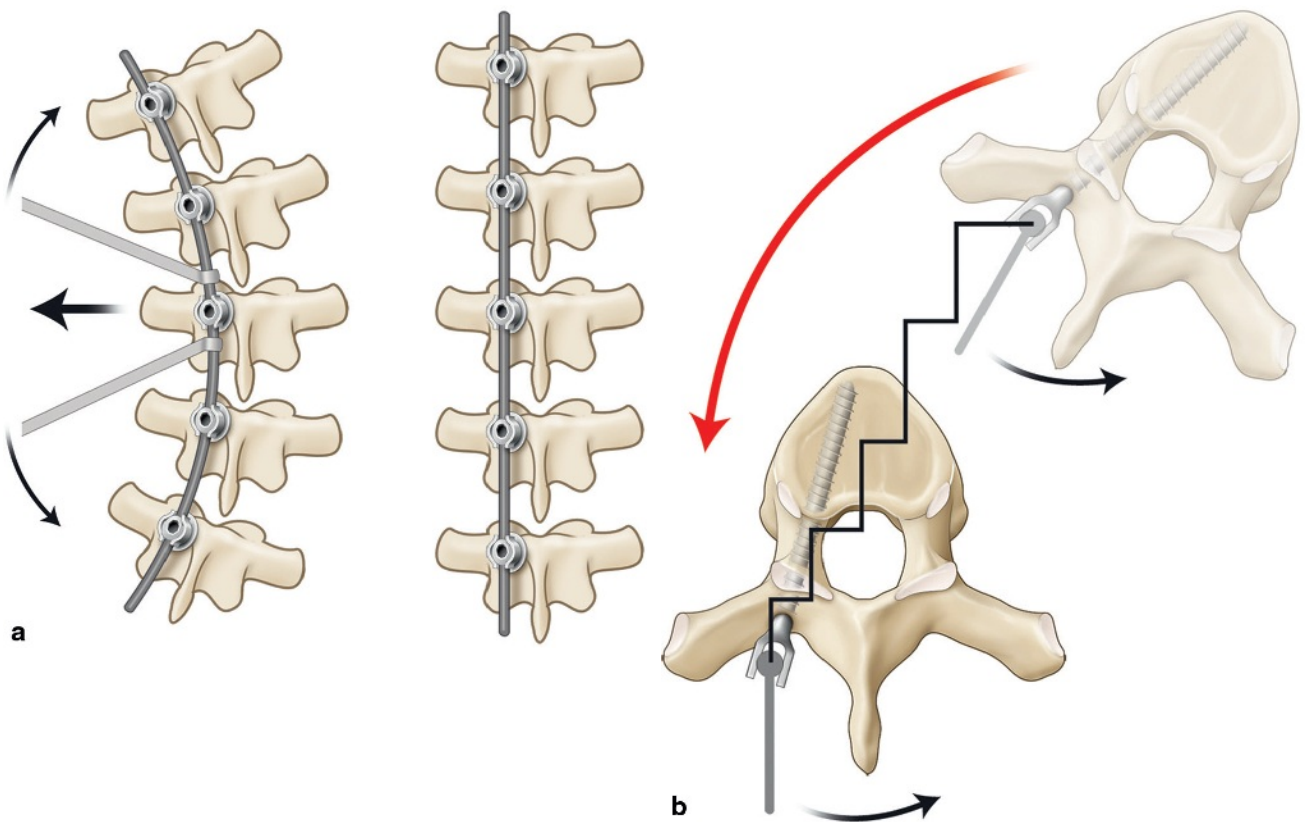


Fig. 15.2
Correction thoracique.

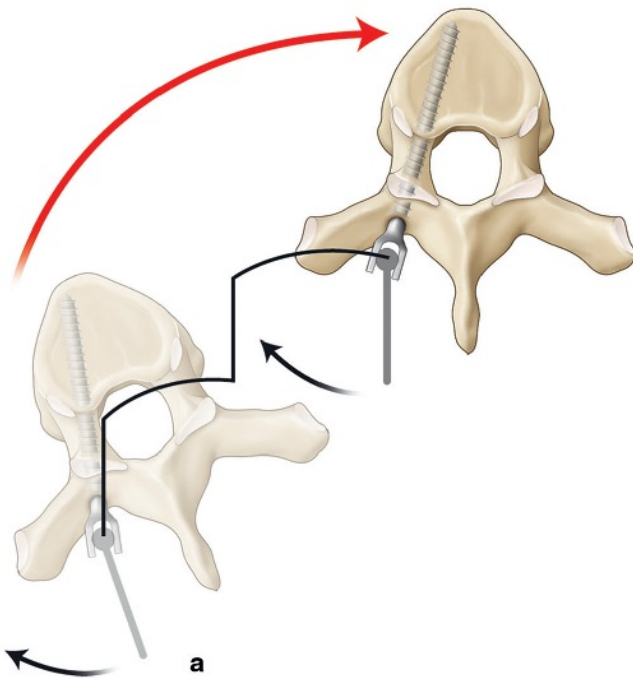
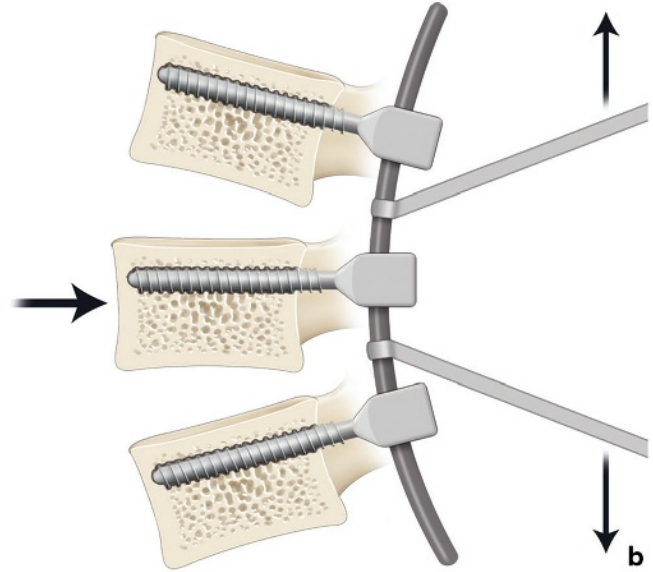


Fig. 15.3

Correction lombaire.



mécanique obligatoire). Lorsque la correction est satisfaisante, les implants sont verrouillés sur la tige et les blocs de dérotation retirés.

Correction d'une scoliose thoraco-lombaire

Elle répond aux **mêmes principes** de traction ou de poussée des moitiés concave ou convexe des vertèbres. Selon le profil, la correction se fait par la droite ou la gauche. En cas de cyphoscoliose, elle se fait par la convexité (poussée vers l'avant et le dedans). En cas de lordoscoliose, elle se fait par la concavité (traction vers l'arrière et vers le dedans). Les mêmes manœuvres de cintrage seront faites respectivement comme en thoracique ou en lombaire.

Le cintrage *in situ* est adapté à tout type de déformation

- L'**hypercyphose thoracique** peut en bénéficier : réduction par cintrage bilatéral et simultané sur chaque implant de haut en bas. Non verrouillés, ils laissent le rachis postérieur se raccourcir et la tige glisser. Quelques passages offrent une réduction douce et progressive en poussant chaque

vertèbre en avant. Le CIS peut être utilisé sans risque après ostéotomie antérieure. Le cintrage vers l'avant diminue l'hypercyphose thoracique et amorce la lordose lombaire.

- Les **fractures** sont réduites sans effort par CIS avec restitution d'une normocyphose ou lordose. Le rachis s'ouvre en avant, se ferme en arrière, l'axe neural restant neutre. Les cals vicieux, après ostéotomie postérieure et/ou antérieure, peuvent être réduits sans difficulté. La technique peut être utilisée en chirurgie transcutanée (MIS – *Minimum Invasive Surgery*), le CIS pouvant se faire à travers la peau.

- Le **rachis lombaire dégénératif** peut bénéficier du CIS. Le cintrage bilatéral pousse la vertèbre médiale en avant et les vertèbres adjacentes s'écartent vers le haut et le bas pour se placer en lordose. Les disques s'ouvrent automatiquement.

Discussion

Le CIS se suffit à lui-même même si la distraction–compression peut être un appoint. Le cintrage ne tire pas les vis dans leur axe, mais les soumet à des efforts plus orthogonaux en les tournant dans les trois plans de l'espace. Les techniques récentes par rotation des vis thoraciques convexes poussent les vertèbres en avant diminuant la cyphose qu'il faudrait augmenter. La rotation simultanée des vis sur les tiges droite et gauche ne permet pas un mouvement simple

de la vertèbre qui n'a plus de centre de rotation (essuie-glaces). La rotation des vis convexes lombaires a débuté dans le CIS dès 1993 et fait partie de la technique originelle. La technique du CIS s'affranchit des classifications américaines indiquant les niveaux de fixation avec des erreurs de

reproductibilité intrinsèque et extrinsèque donnant lieu à débats et à discussion.

Le CIS aujourd'hui a fait ses preuves et s'il n'est pas toujours utilisé seul, il reste une valeur ajoutée apportant un petit plus aux autres techniques.

Technique de correction des déformations vertébrales par translation des liens sous-lamaires

J. Sales de Gauzy, J.-L. Jouve, K. Mazda

PLAN DU CHAPITRE

Implant et instrumentation	104
Indication et type de montages	104
Technique chirurgicale	104
Voie d'abord	104
Technique de réduction	104
Réduction par translation sur une seule tige concave	104
Réduction sur deux tiges simultanément	109
Greffe et fermeture	110
Conclusion	110

La correction des scolioses par liens sous-lamaires (LSL) dérive à la fois des techniques de correction par translation avec fils d'acier (technique de Luque) et par système à deux tiges concaves de l'instrumentation CD.

L'utilisation des LSL a l'avantage de donner une fixation plus solide que les fils d'acier, avec moins de risque de rupture et moins de risque neurologique. Le passage sous la lame est facilité par le dessin de l'implant.

Implant et instrumentation

L'implant est composé d'une bande en polyester, renforcée à son extrémité par une fine lame d'acier permettant le passage sous-lamaire, d'un connecteur pour relier la bande à la tige et d'une vis de serrage.

Plusieurs types d'implants sont actuellement sur le marché.

L'instrumentation est composée d'une «clipseuse» qui permet de positionner le connecteur sur la tige et de faciliter le serrage définitif de la vis et d'un tendeur qui permet de translater la vertèbre vers la tige.

Le positionnement des LSL a été décrit dans le [chapitre 8](#).

Indication et type de montages

Les LSL sont principalement utilisés en zone thoracique. Ils sont donc indiqués dans les scolioses de type Lenke 1, 2, 3, 4 et 6.

Les LSL ne doivent pas être positionnés aux extrémités du montage, en raison d'un risque élevé de fracture de lame (ce que nous avons constaté au début de notre expérience). Ils doivent toujours être associés à des crochets ou des vis aux extrémités du montage. Il s'agit donc toujours d'un montage hybride associant crochets et vis aux extrémités et LSL en zone intermédiaire thoracique.

Le montage type est le suivant :

- en partie proximale : deux pinces pédiculo-transversaire, pédiculo-lamaire ou lamo-lamaire ;
- en partie intermédiaire :

- trois, quatre ou cinq LSL au niveau de la zone sommet en partie concave en fonction de l'importance et de la raideur de la courbure,

- un LSL au niveau de la vertèbre sommet en partie convexe ;

- en partie distale : mise en place de vis dans les zones lombaire et thoraco-lombaire.

Le choix des niveaux d'instrumentation repose sur les radiographies de face et profil et en réduction. Le choix des niveaux ne diffère pas des autres techniques par vis ou crochet.

Technique chirurgicale

Voie d'abord

Installation classique en décubitus ventral sur des coussins.

Voie d'abord postérieure, en disséquant l'arc postérieur de transverse à transverse.

Technique de réduction

Deux stratégies sont possibles.

Réduction par translation sur une seule tige concave ([fig. 16.1](#))

Après avoir été galbée, la tige est insérée dans la pince proximale. Elle est alignée sur la partie supérieure de la colonne vertébrale. Les crochets sont mis en charge avec une pince contractante et bloquée ([fig. 16.2](#) et [16.3](#)).

Avec un davier, on translate la tige et on positionne sa partie distale sur les vis.

La position de la tige est maintenue par un porte-crochet mis en place sur la vis distale ou par l'introduction de la tige dans les têtes de vis sans serrer les bouchons. Ceci afin de permettre un déplacement vers le haut de la tige pendant les manœuvres de translation ([fig. 16.4](#)).

Les tenseurs sont mis en place et les LSL sont tendus progressivement et alternativement. Généralement, quatre tenseurs sont utilisés en même temps (fig. 16.5).

Le rachis se redresse progressivement. On peut aider la translation par une pression manuelle sur le tronc.

Au fur et à mesure de la tension sur les LSL et de la réduction, la tige s'aligne spontanément sur les autres vis en partie distale.

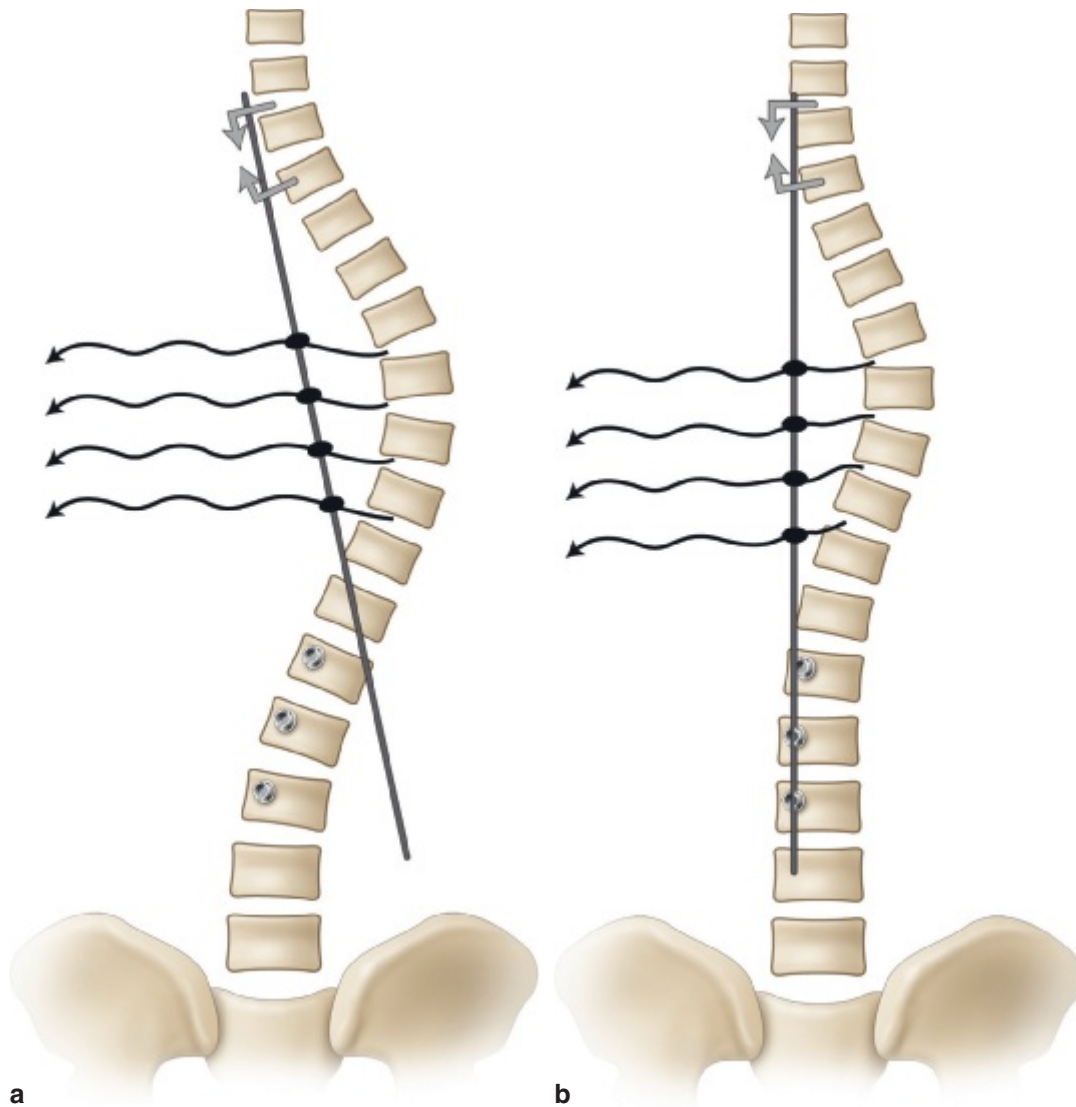


Fig. 16.1

Technique de réduction par une tige concave.

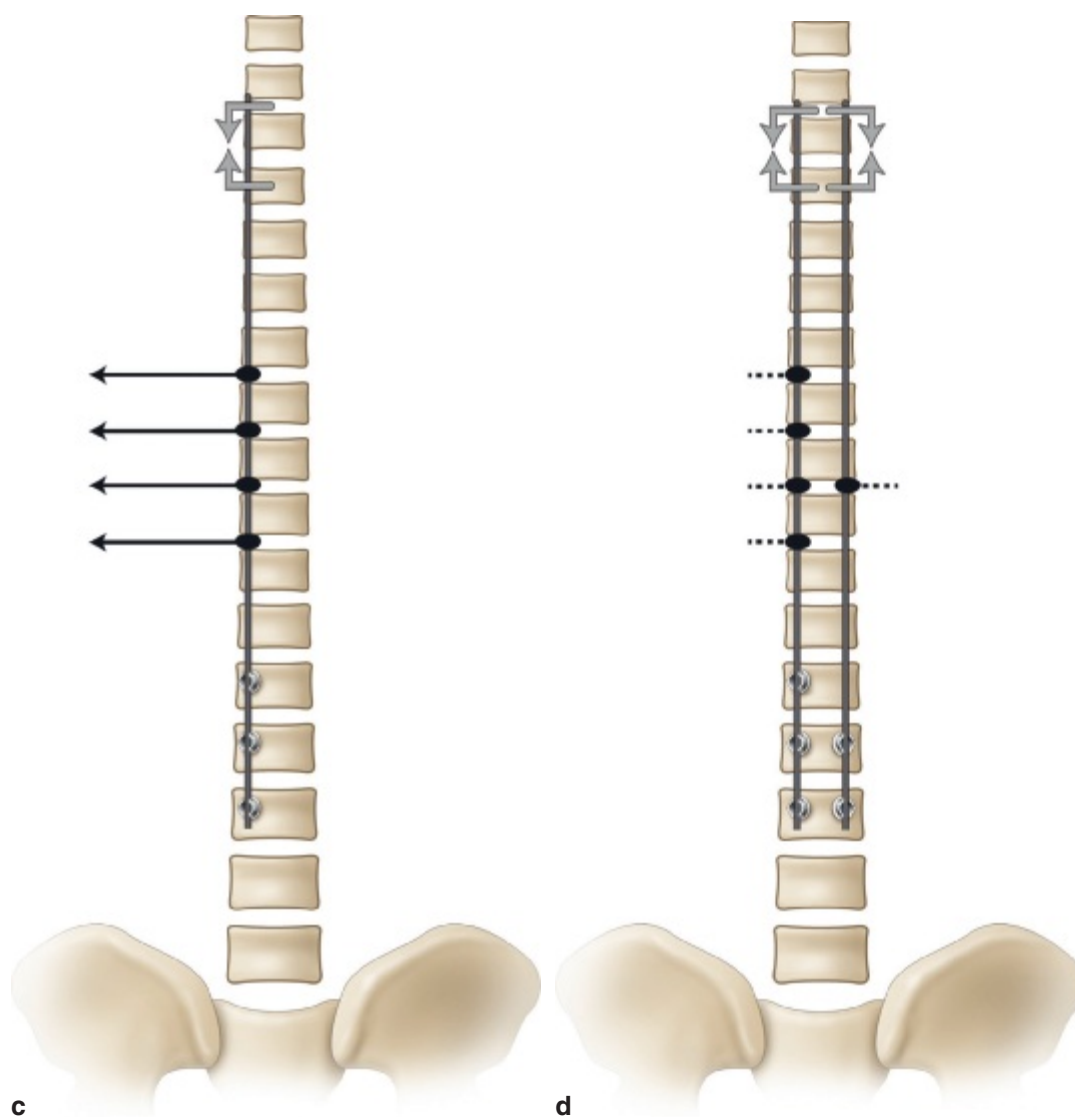


Fig. 16.1
Suite.



Fig. 16.2

Positionnement des implants.

Pince pédiculo-transversaire en partie proximale, LSL en zone intermédiaire, vis en partie distale.



Fig. 16.3

Positionnement de la tige en partie proximale. Mise en charge des crochets et serrage.

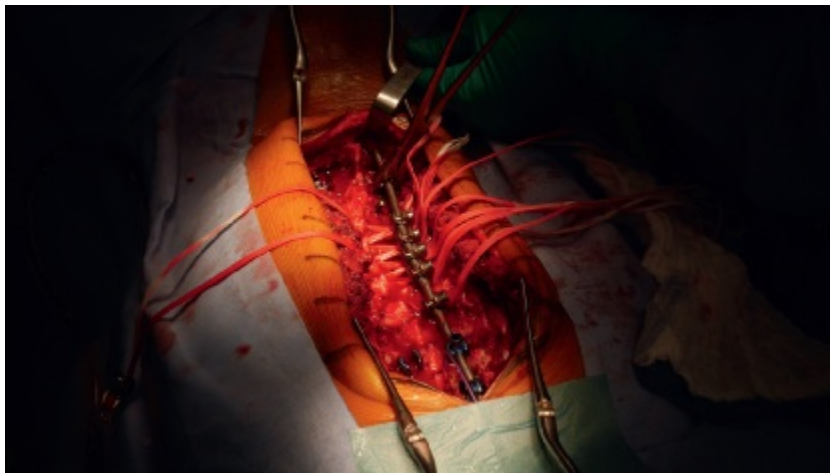


Fig. 16.4

Translation de la tige pour l'aligner en partie distale sur les têtes de vis.

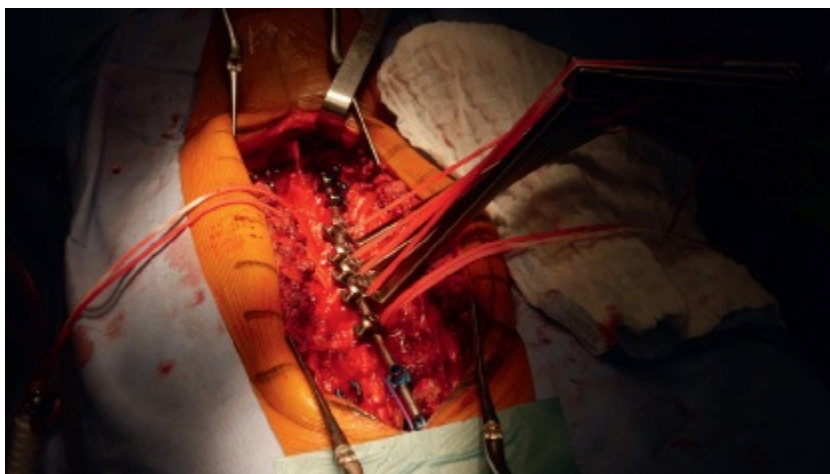


Fig. 16.5

Mise en tension progressive des LSL qui permet de corriger la déformation par un mouvement de translation.

La tige a été introduite dans les têtes de vis, mais sans serrage des bouchons afin de permettre à la tige de glisser vers le haut au fur et à mesure de la correction.

Quand la tension est maximale, on introduit la tige dans les têtes de vis. On peut réaliser une compression sur les vis distales pour améliorer la lordose lombaire.

En fonction de son élasticité, la tige peut se déformer pendant la correction. Dans ce cas, on peut

améliorer la correction par cintrage des tiges *in situ* (fig. 16.6 et 16.7).

Puis on met en place la tige convexe, en neutralisation, sans manœuvre de correction (fig. 16.8).

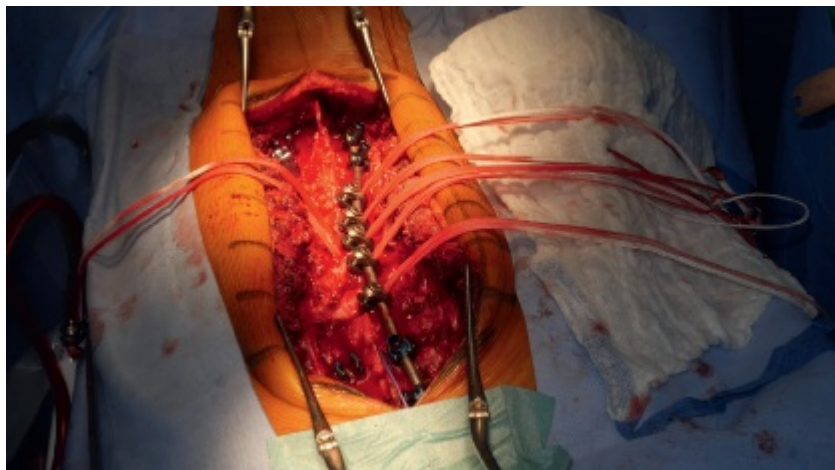


Fig. 16.6

Si on utilise des tiges dont l'élasticité est importante, en fin de translation la tige peut avoir absorbée une partie des contraintes et être déformée.

On peut améliorer la correction en réalisant un cintrage de la tige avec des fers.

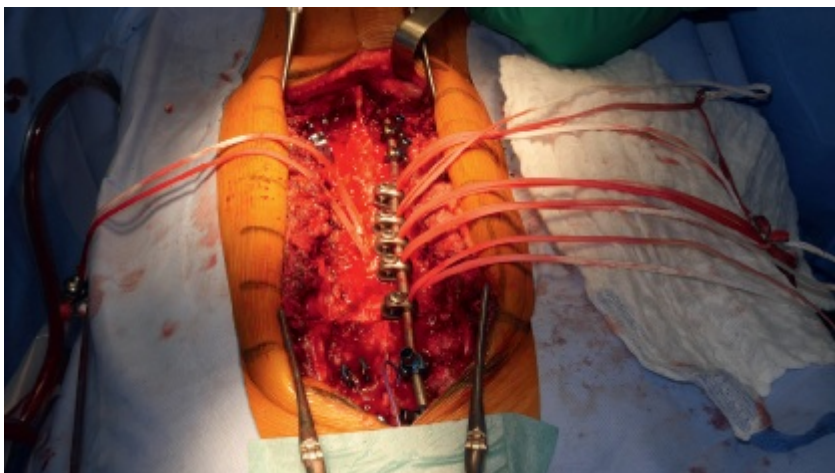


Fig. 16.7

Correction obtenue après redressement de la tige par cintrage *in situ*.

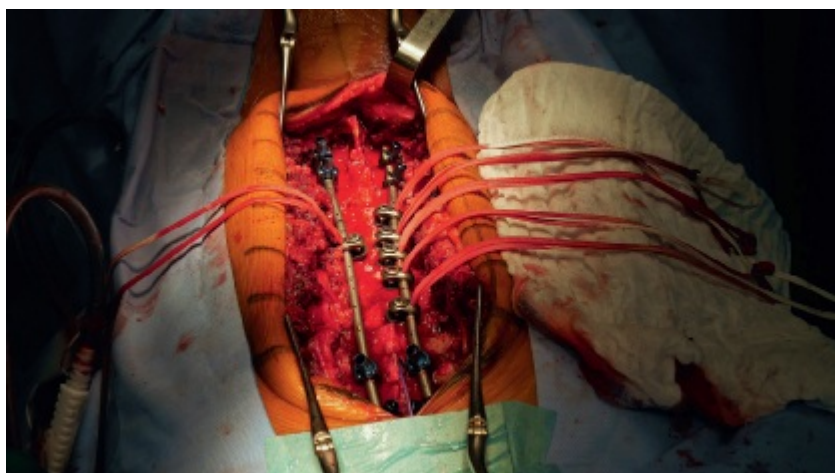


Fig. 16.8

Mise en place de la deuxième tige en neutralisation.

Réduction sur deux tiges simultanément (fig. 16.9)

On prépare un cadre avec deux tiges préalablement cintrées et connectées par deux dispositifs transverses (fig. 16.10).

On commence par insérer le cadre au niveau distal dans les têtes de vis. La correction de la partie distale (thoraco-lombar et lombar) est effectuée et maintenue par le serrage des bouchons (fig. 16.11).

Les connecteurs de bande sont positionnés sur la tige avec leur vis de serrage.

Puis on insère les deux tiges à la partie supérieure dans les pinces proximales.

Les LSL sont tendus progressivement et alternativement. Ceci permet la réduction par un mouvement de translation latéral et également antéro-postérieur, entraînant ainsi une correction de l'hypocyphose thoracique (fig. 16.12).

On peut améliorer la correction par cintrage *in situ*.

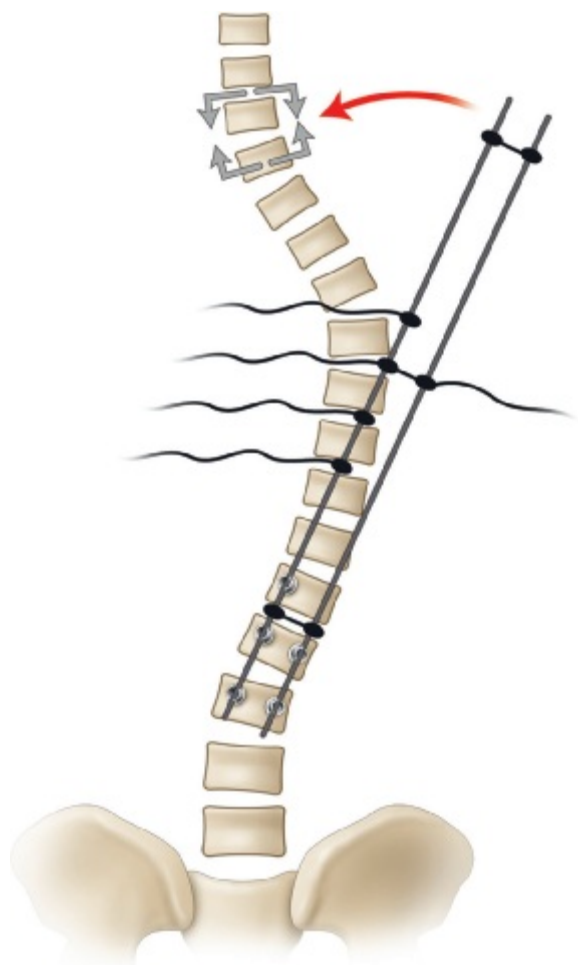


Fig. 16.9

Technique de réduction par deux tiges et montage en cadre.

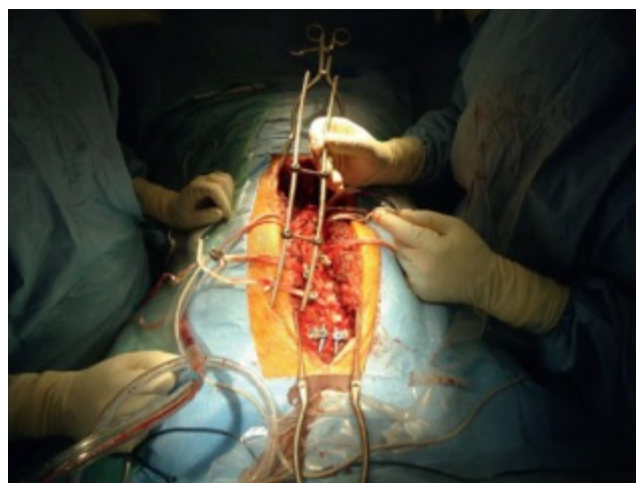


Fig. 16.10

Réalisation du montage en cadre.



Fig. 16.11

Mise en place des implants et correction au niveau distal (lombar et thoraco-lombar).

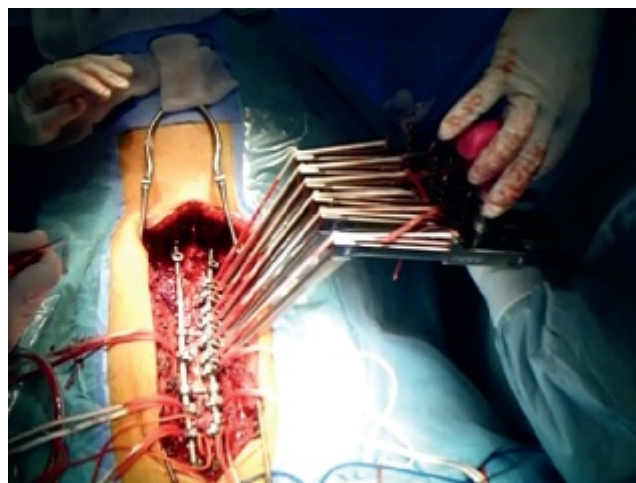


Fig. 16.12

Mise en place du cadre en partie proximale et correction par tension des LSL.

Greffe et fermeture

L'arc postérieur de chaque vertèbre est avivé. Les produits de décortication et des substituts osseux sont disposés au niveau des zones d'avivement.

La fermeture est réalisée en trois plans. Le drainage n'est pas systématique.

Conclusion

La correction par translation par LSL donne une correction identique aux autres techniques dans le plan frontal. Elle permet également une amélioration ou une restauration de la cyphose thoracique. Il n'y a pas d'augmentation du risque neurologique. Cette technique est facile. Elle permet de diminuer le temps opératoire et les pertes sanguines. Dans les scolioses raides, la translation progressive sur les LSL permet de graduer la correction sans forcer sur les implants.

Bibliographie

- Ilharreborde B, Even J, Lefevre Y, et al. Hybrid constructs for tridimensional correction of the thoracic spine in adolescent idiopathic scoliosis : a comparative analysis of universal clamps versus hooks. *Spine* 2010; 35 : 306–14.
- Jouve JL, de Gauzy JS, Blondel B, et al. Use of the universal clamp for deformity correction and as an adjunct to fusion : preliminary results in scoliosis. *J Child Orthop* 2010; 4 : 73–80.
- Mazda K, Ilharreborde B, Even J, et al. Efficacy and safety of posteromedial translation for correction of thoracic curves in adolescent idiopathic scoliosis using a new connection to the spine : the universal clamp. *Eur Spine J* 2009; 18 : 158–69.
- Polirsztok E, Gavaret M, Gsell T, et al. Sublaminar bands : are they safe? *Eur Spine J* 2015; 24 : 1441–9.
- Sales de Gauzy J, Jouve JL, Accadbled F, et al. Use of the universal clamp in adolescent idiopathic scoliosis for deformity correction and as an adjunct to fusion : 2 year follow-up. *J Child Orthop* 2011; 5 : 273–82.
- Sales de Gauzy J, Jouve JL, Ilharreborde B, et al. Use of the universal clamp in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2014; 23(Suppl 4) : S446–51.

Techniques de correction des déformations vertébrales par voie postérieure : dystrophie rachidienne de croissance (maladie de Scheuermann)

K. Abelin-Genevois, P. Roussouly

PLAN DU CHAPITRE

Principes	112
Choix des niveaux de fusion	112
Technique opératoire	112
Installation	112
Voie d'abord	114
Instrumentation	114
Ostéotomies postérieures	114
Ostéotomies de Smith-Petersen et de Ponte	114
Ostéotomie transpédiculaire de soustraction	115
Réduction	115
Suites postopératoires	117

La dystrophie rachidienne de croissance (DRC) est responsable d'une déformation sagittale en cyphose. Deux formes sont décrites en fonction de la localisation : hypercyphose thoracique (accentuation de la courbure physiologique) et cyphose thoraco-lombaire. Une indication chirurgicale se discute pour des déformations importantes en fin de croissance vertébrale ou à l'âge adulte. Elle nécessite la réalisation d'ostéotomies de soustraction, soit ostéotomie de Ponte, soit ostéotomie transpédiculaire (OTP) pour les déformations sévères et rigides. Elle doit être soigneusement planifiée en tenant compte de la réductibilité de la déformation, du type de dos et de l'incidence pelvienne. Les risques inhérents à cette chirurgie sont à expliquer au patient et à son entourage.

Principes

La planification chirurgicale apprécie la réductibilité de la déformation, l'alignement sagittal du patient. La qualité de la correction dépendra du respect des courbures sagittales et du type de dos. Elle doit anticiper le risque neurologique. Un monitoring médullaire peropératoire est fortement recommandé. La correction chirurgicale relève classiquement d'une voie postérieure. Une greffe antérieure est nécessaire en cas d'ouverture importante des disques.

Choix des niveaux de fusion

L'étendue de l'arthrodèse vertébrale et l'indication d'ostéotomies vertébrales dépendent de la réductibilité de la déformation. Elle est classiquement appréciée par le cliché sur billot (fig. 17.1).

Les critères de décision des limites de fusion sont :

- pour les DRC thoraciques (fig. 17.2) :
 - montage couvrant toute la région thoracique, jusqu'au plateau supérieur le plus incliné,
 - en distal, on choisira la première vertèbre ou le premier disque en lordose, incluant systématiquement la charnière thoraco-lombaire,
 - il s'agit le plus souvent de patients avec une incidence pelvienne normale ou élevée, l'objectif est donc de les amener à un dos de type 3 (fig. 17.3);
- pour les DRC thoraco-lombaires :



Fig. 17.1

Test de réductibilité sur billot, en décubitus dorsal.

- en cas de voie antérieure pure, le montage intéresse quatre à cinq niveaux vertébraux centrés sur la charnière thoraco-lombaire (TL) jusqu'au premier disque en lordose (fig. 17.4),
- ces patients sont pour la plupart des patients à faible incidence pelvienne (dos de type 1). L'objectif de la chirurgie est de tendre vers un type 2 en harmonisant les courbures, en décalant le point d'inflexion en zone TL (voir fig. 17.3). L'arthrodèse postérieure sera le plus souvent étendue à la zone thoracique (fig. 17.5).

Technique opératoire

Installation

Le patient est en décubitus ventral. En fonction de la rigidité de la déformation, l'extension cervicale sera contrôlée par l'utilisation d'une tête. La mise en extension des hanches permet de régler la lordose lombaire.

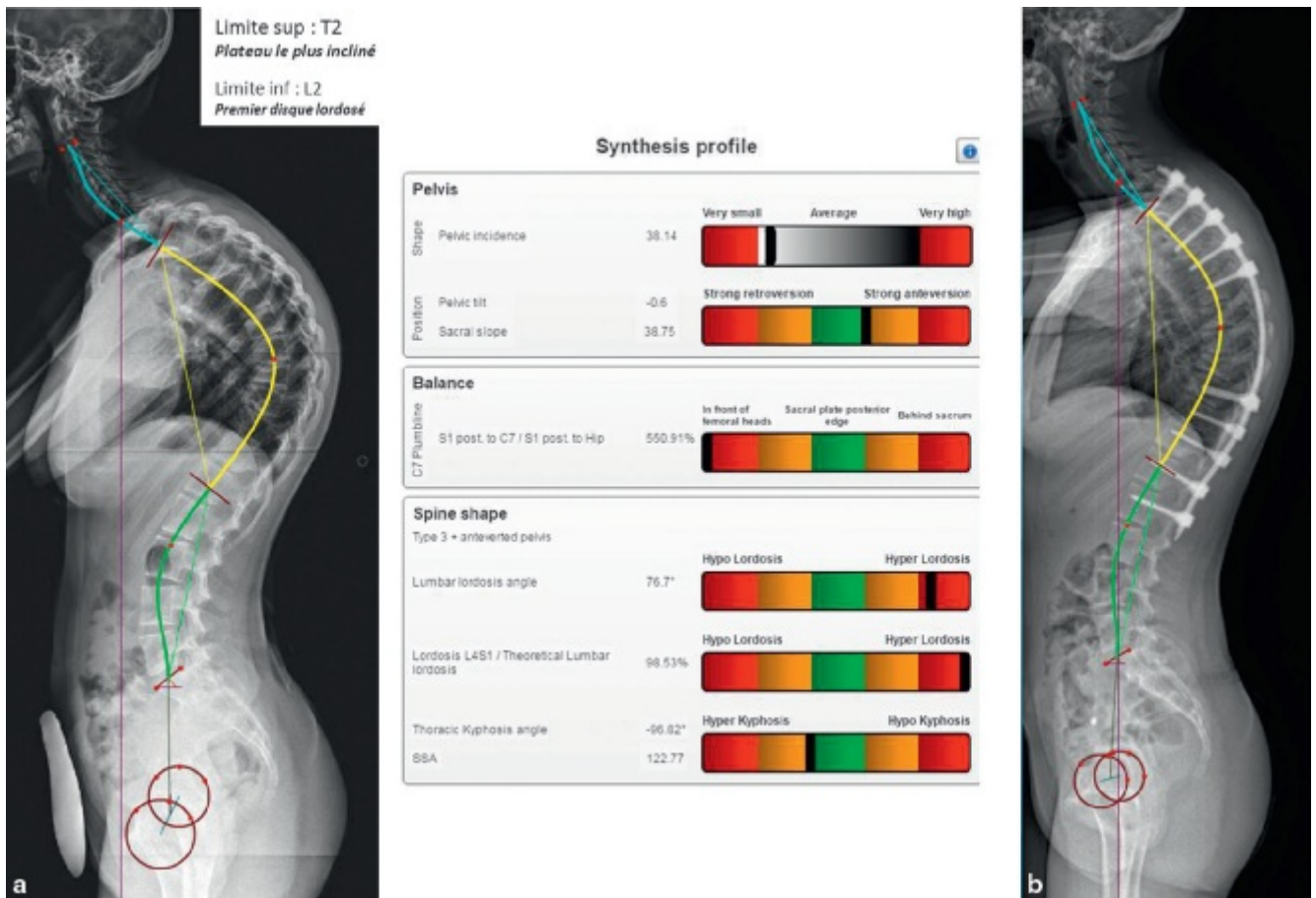


Fig. 17.2

Planification chirurgicale pour une DRC thoracique.

a. Choix des niveaux d'instrumentation.

b. Résultat postopératoire.

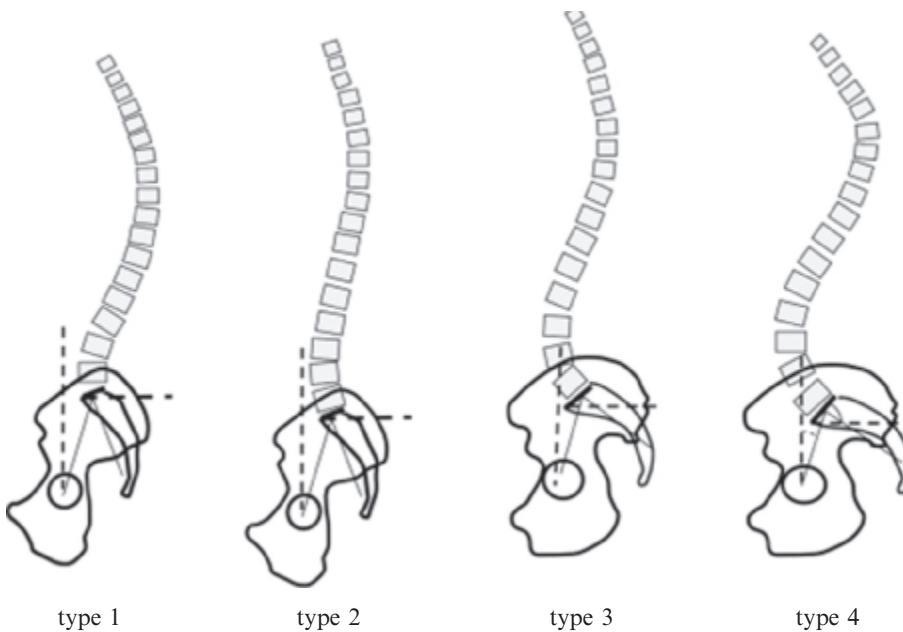


Fig. 17.3

Classification de Roussouly.

Les dos de type 1 et 2 sont caractérisés par une faible incidence et pente sacrée inférieure à 35°. Le type 1 présente une courte hyperlordose et une longue cyphose thoraco-lombaire.

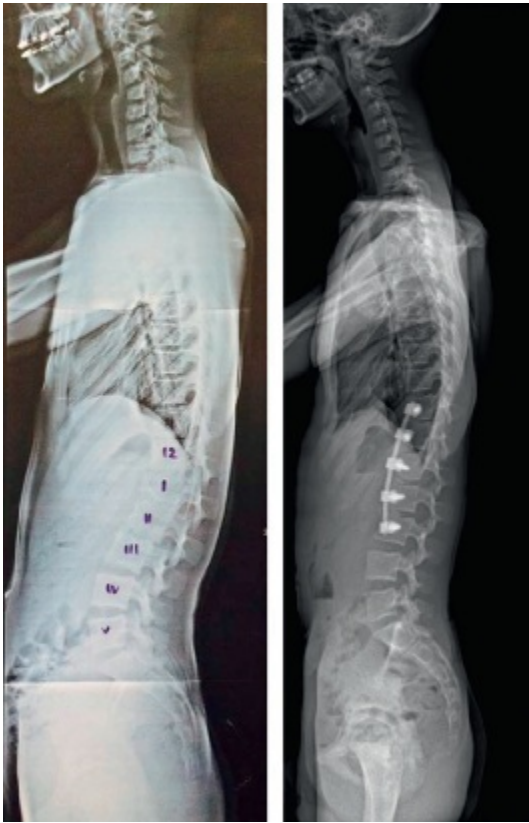


Fig. 17.4

Correction–arthrodèse par voie antérieure pure.
Correction par montage antérieur sur cinq niveaux. Arthrodèse intersomatique dans le même temps.

Voie d'abord

Il s'agit d'une voie d'abord postérieure médiane. Il faut veiller à la conservation des ligaments inter- et supra-épineux à la jonction thoracique supérieure pour limiter le risque de syndrome jonctionnel. Les apophyses épineuses sont réséquées, le produit de résection est conservé en vue de la greffe osseuse.

Instrumentation

La mise en place des implants est un prérequis indispensable aux gestes d'ostéotomies (voir ci-après). On utilise classiquement un montage hybride avec une à deux pinces pédiculo-lamaires supérieures en raison de leur meilleure résistance à l'arrachement, et des vis pédiculaires thoraciques et lombaires. L'instrumentation par vis intéressera toutes les vertèbres lombaires et la charnière TL. On évitera

la mise en place d'implants à l'apex de la cyphose (conflit cutané). Il est conseillé de faire la visée pédiculaire sous contrôle scopique afin de placer les vis parallèles aux plateaux vertébraux.

Une fois les implants positionnés, les deux tiges sont préparées afin de procéder rapidement à la correction pour limiter le saignement. Chaque tige est coupée à la longueur adéquate tenant compte de l'accourcissement du segment postérieur. Le cintrage de la tige est fait en fonction des courbures sagittales et du type de dos du patient. Nous utilisons classiquement des tiges titane 5,5 qui offrent un compromis entre flexibilité et plasticité, limitant le risque d'arrachement des implants.

Ostéotomies postérieures

Ostéotomies de Smith-Petersen et de Ponte

L'ostéotomie de Smith-Petersen est une ostéotomie de fermeture segmentaire de l'arc postérieur lombaire. Elle comporte une arthrectomie totale et une résection de la lame jusqu'à la base du pédicule inférieur. Elle conduit lors de sa fermeture à une ouverture discale puisque le point charnière est situé au niveau du ligament vertébral postérieur. Elle a été critiquée pour le risque d'étirement vasculaire et médullaire.

Ponte a proposé une variante de cette technique, permettant des ostéotomies multi-étagées à l'apex, tout en réduisant le risque vasculaire et neurologique. La technique consiste à réaliser une résection de l'ensemble du massif articulaire, du ligament jaune, éventuellement une résection partielle des lames afin de réaliser une fermeture par compression postérieure, sous réserve que le mur antérieur ne soit pas fusionné. Le gain angulaire est de 5 à 10° par niveau. Le nombre d'ostéotomies nécessaires dépendra de l'importance de la correction indispensable. Il existe à l'heure actuelle des logiciels permettant la simulation de ces gestes de résection (fig. 17.6). Il s'agit de la technique de choix dans la DRC. Une fois les articulaires supérieures et le ligament interépineux réséqués, on amorce la résection des articulaires inférieures à l'aide d'une pince de Kerrison par le foramen. Il faut veiller à une résection économe permettant un contact osseux entre les étages sièges d'une ostéotomie (fig. 17.7). Les arthrectomies lombaires compléteront la préparation avant la mise en place des tiges.

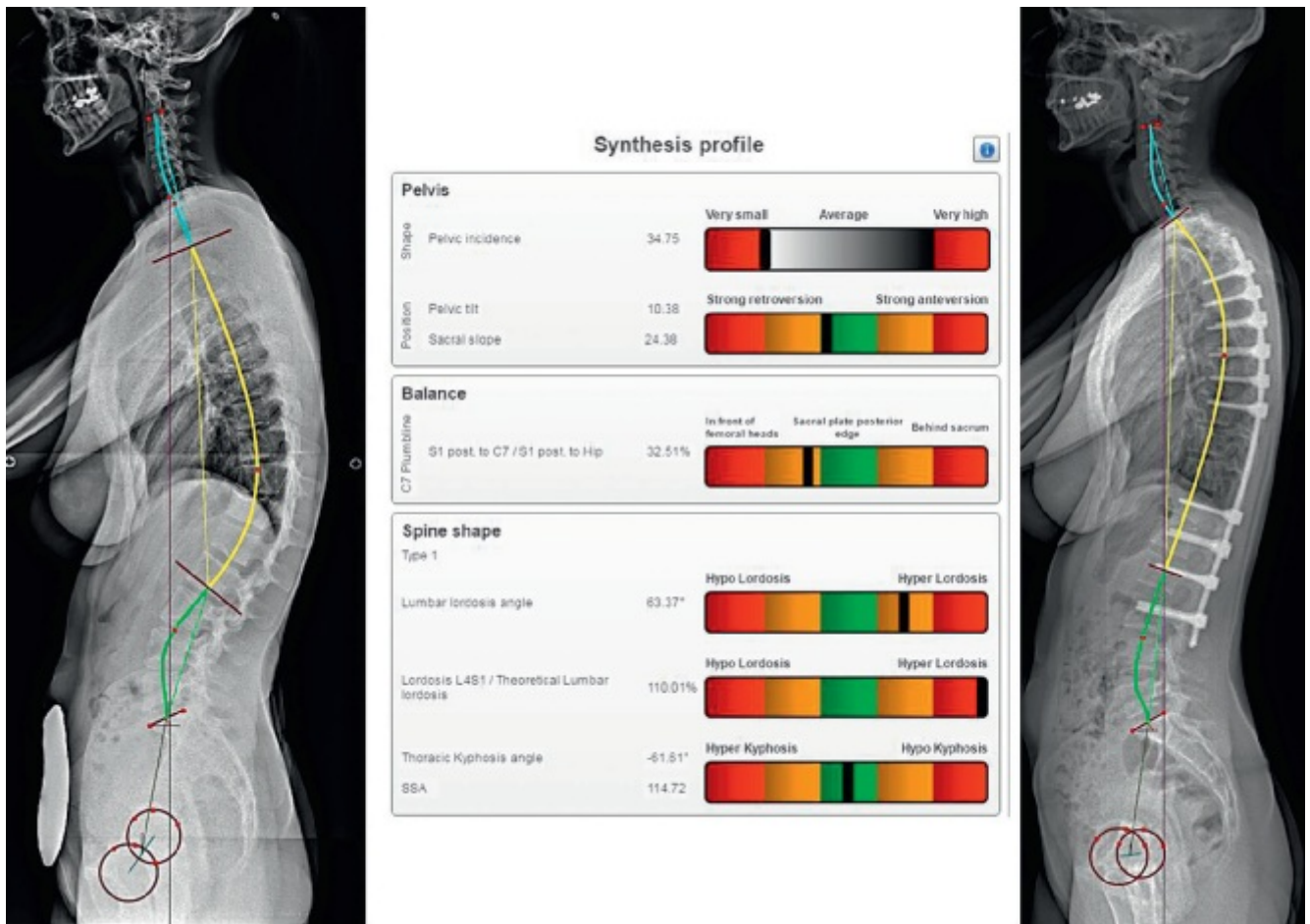


Fig. 17.5

Planification chirurgicale pour une DRC thoraco-lombaire (type 2).

a. Choix des niveaux d'instrumentation.

b. Résultat postopératoire.

Ostéotomie transpédiculaire de soustraction

En cas de déformation fixée, l'ostéotomie de soustraction vertébrale de type OTP doit se discuter. L'OTP est une ostéotomie de soustraction postérieure pure (fig. 17.8) qui a pour avantage de ne pas rompre la charnière antérieure et de raccourcir le rachis, ce qui limite le risque médullaire. L'intérêt de cette technique est un gain angulaire de 20 à 30° par ostéotomie. Elle offre par ailleurs une large surface de contact osseux et une grande stabilité. La technique opératoire est décrite dans le chapitre 22.

Réduction

Les tiges sont mises en place et la correction est obtenue en abaissant la tige de proximal en distal (fig. 17.9). L'utilisation d'instrumentations avec prolongateur (Colorado®, Tenor®, Pass LP®) permet d'emblée d'aligner les tiges dans le plan sagittal. La réduction est progressive sous étroite surveillance des potentiels évoqués. En cas de perturbation ou disparition des signaux, la manœuvre de correction doit être interrompue jusqu'à normalisation des signaux. En l'absence d'amélioration, la correction devra être diminuée. La correction apicale et la mise en contact des zones d'ostéotomie sont réalisées par compression.

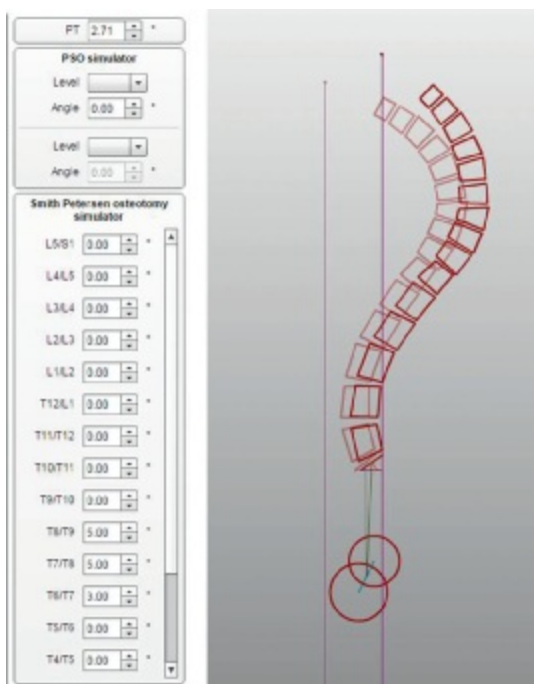


Fig. 17.6

Planification de la correction des cyphoses raides.

Simulation de la correction sur logiciel Keops® (Smaio, France) permettant de planifier les ostéotomies nécessaires à la correction optimale, en fonction du type de dos.

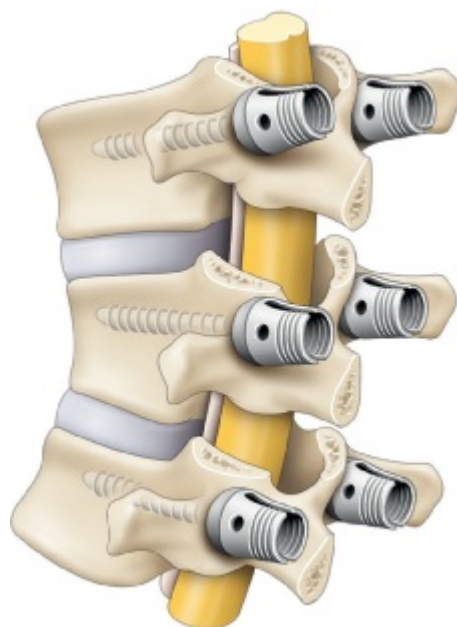


Fig. 17.7

Ostéotomies postérieures multi-étagées de Ponte.

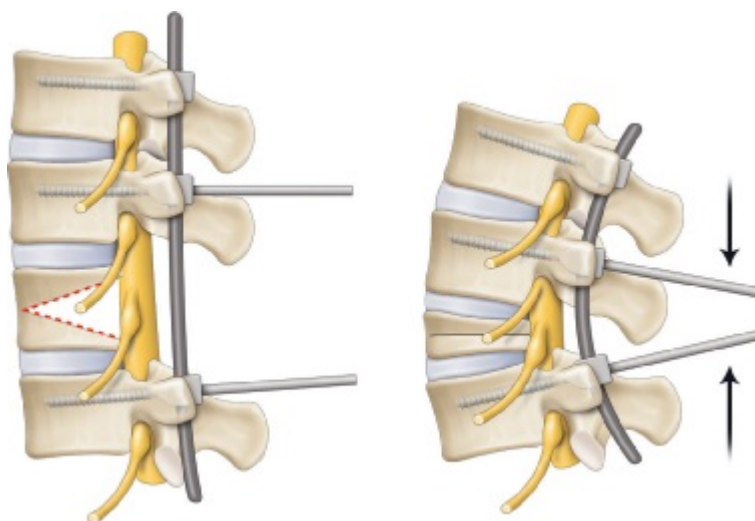
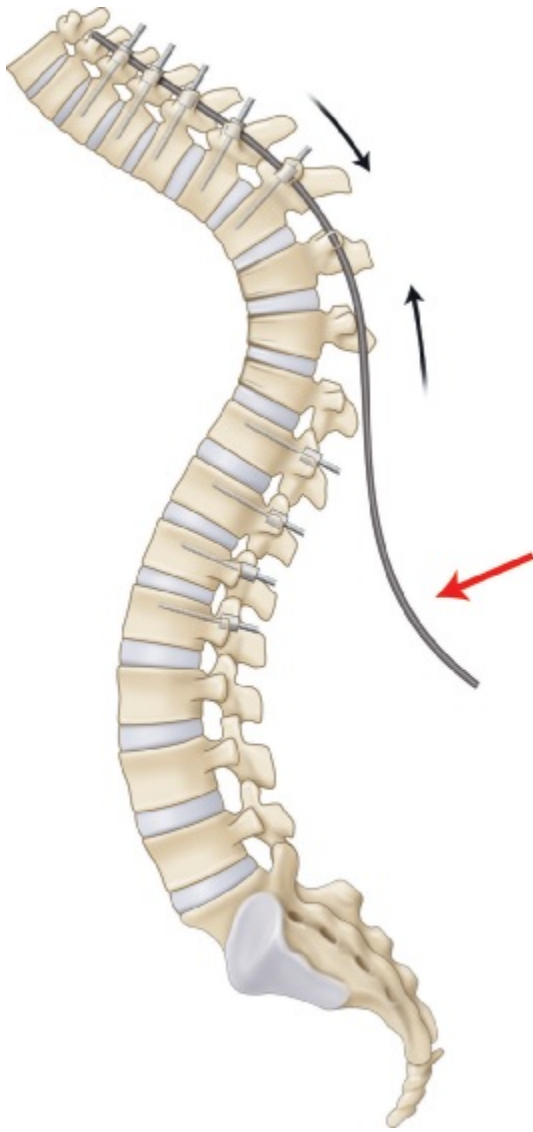


Fig. 17.8

Ostéotomie transpédiculaire : technique de réduction.

**Fig. 17.9**

Ostéotomies postérieures de type Ponte de T7 à T10 : technique de réduction.

Abaissement proximo-distal simultané des deux tiges précintrées.

Suites postopératoires

Une immobilisation par corset postopératoire est conseillée, en fonction de l'importance de la correction, du terrain, du capital osseux. Il s'agit idéalement d'un corset trois points avec appui préscapulaire et présternal confectionné sur mesure.

Le lever doit être précoce dès le premier jour postopératoire pour limiter les complications thrombo-emboliques et respiratoires.

Une surveillance étroite sur le plan neurologique doit être instaurée et reportée dans le dossier du patient.

Un arrêt scolaire et/ou un arrêt de travail de 1 mois est la règle. L'arrêt des activités sportives est préconisé pendant au moins 6 mois (1 an pour les sports de contact).

Bibliographie

- Geck MJ, Macagno A, Ponte A, Shufflebarger HL. The Ponte procedure : posterior only treatment of Scheuermann's kyphosis using segmental posterior shortening and pedicle screw instrumentation. *J Spinal Disord Tech* 2007; 20 : 586–93.
- Roussouly P, Berthonnaud E, Dimnet J. Analyse géométrique et mécanique de la lordose lombaire dans une population de 160 adultes asymptomatiques : essai de classification. *Rev Chir Orthop* 2003; 89 : 632–9.
- Tyrakowski M, Mardjetko S, Siemionow K. Radiographic spinopelvic parameters in skeletally mature patients with Scheuermann disease. *Spine* 2014; 39(18) : E1080–5.

Les instrumentations sans arthrodèse : tiges de croissance avec ancrage rachidien ou thoracique

F. Accadbled, V. Cunin

PLAN DU CHAPITRE

Principe des tiges de croissance	120	Points d'ancrage	122
Principales formes de tige de croissance	121	Rachis	122
Tige avec réserve de croissance	121	Côte	123
Tiges connectées par un domino	121	Pelvis	124
Deux tiges connectées par un tube de connexion	121	Cintrage de la tige	125
VEPTR®	122	Troubles trophiques et infections	125
Principes de pose d'une tige de croissance	122	Allongement des tiges de croissance	125
Diamètre et nombre de tiges/rigidité du montage	122	Tiges mécaniques à allongement chirurgical	125
Voie d'abord	122	Tiges magnétiques	127
		Fin d'utilisation d'une tige de croissance	127



Points clés

- Les scolioses sévères à début précoce représentent un challenge thérapeutique.
- Le traitement par instrumentation sans arthro-dèse ne se conçoit qu'en cas de contre-indication ou d'échec du traitement orthopédique.
- Les connaissances et les techniques dans ce domaine sont actuellement en pleine évolution et permettront peut être de diminuer leur important taux de complications.

Une tige de croissance vertébrale est un dispositif médical extensible positionné dans la concavité d'une scoliose comme la corde d'un arc, afin d'être allongé régulièrement pour stabiliser la déformation et respecter la croissance du thorax afin de ne pas aggraver l'insuffisance respiratoire liée à la scoliose.

Les distracteurs costaux, essentiellement le VEPTR® (*vertical expendable prosthesis titanium rib*), fonctionnent sur le même principe d'allongements progressifs. Ils ont été conçus pour des pathologies de la paroi thoracique (syndromes de Jeune et de Jarcho-Levin) et pour les scolioses congénitales correspondant au concept d'«insuffisance thoracique». Plus récemment sont apparus des systèmes hybrides se fixant sur les côtes et les vertèbres. Ces implants ont fait l'objet de nombreuses publications ces dernières années, mais ils ne doivent pas être considérés comme le traitement de référence des scolioses évolutives de survenue précoce qui est avant tout orthopédique. La tige de

croissance conventionnelle ou *growing rod* impose de réintervenir chirurgicalement tous les 6 à 12 mois pour allonger le dispositif. Des tiges magnétiques, d'apparition plus récente, comportent un dispositif interne qui leur permet d'être allongées de façon non invasive. L'inconvénient principal des tiges de croissance est l'enraidissement progressif de la colonne vertébrale lié à l'immobilité du rachis instrumenté et aux rétractions cicatricielles.

Principe des tiges de croissance

Elles sont utilisées essentiellement par voie postérieure. La correction postérieure d'une cyphose étant basée sur la compression, les tiges de croissance ne sont en théorie pas adaptées à la correction des cyphoses. Toutefois, il est possible de stabiliser une cyphose par tige de croissance postérieure à condition d'avoir pu la corriger avant ou pendant la pose des tiges.

Le principe mécanique est de fixer un dispositif de longueur modulable, aux deux extrémités de la déformation à corriger. Un premier allongement du dispositif est réalisé au moment de la pose (chirurgie index) et assure l'essentiel de la correction de la déformation. Cette correction s'effectue par un mouvement de translation axiale des vertèbres parallèlement à l'axe de la tige. Ensuite, le dispositif est allongé régulièrement afin de maintenir l'angle de Cobb stable sans brider la croissance (fig. 18.1). Parfois il est possible, au cours de ces allongements, de corriger encore un peu plus la déformation si la scoliose n'est pas trop raide.



Fig. 18.1

Scoliose thoracique traitée par tige de croissance, en préopératoire, postopératoire immédiat (tiges reliées par un système de dominos) et à 2 ans de recul.

Principales formes de tige de croissance

Chacun des dispositifs décrits ci-dessous peut être réalisé soit :

- en simple montage, la tige unique est alors positionnée dans la concavité de la déformation ;
- en double montage afin de rendre l'ensemble plus solide et plus puissant, avec une tige concave et une tige du côté de la convexité.

Tige avec réserve de croissance

La première tige de croissance était une tige de Harrington surdimensionnée afin d'utiliser l'excès de longueur comme réserve d'allongement. On utilise encore ce type de montage avec des tiges conventionnelles posées avec un excès de longueur à l'une de ses extrémités. Le système d'ancrage de cette extrémité est déverrouillé à chaque allongement afin de distraire les implants le long de la tige (fig. 18.2). Le principal défaut de ce montage est d'occasionner une gêne par conflit mécanique

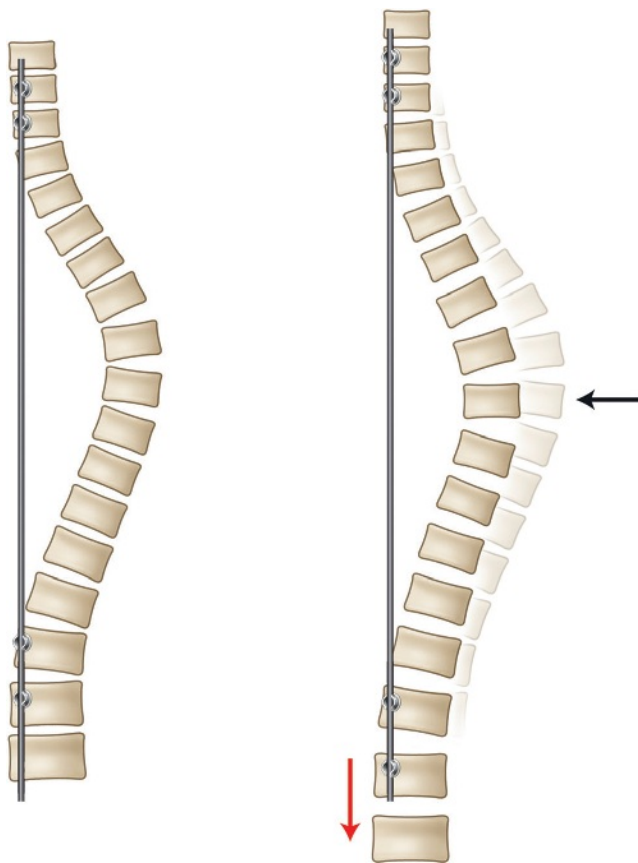


Fig. 18.2

Tige unique avec réserve de croissance.

dans la zone où se situe l'excès de tige. Le cintrage excessif de cette réserve de tige, afin de s'adapter au profil, peut également s'opposer à un bon coulisement de la tige lors des allongements.

Tiges connectées par un domino

C'est le montage le plus classique. La tige est divisée en deux parties connectées par un ou deux dominos. Les deux hémis-tiges sont éloignées l'une de l'autre lors des allongements (voir fig. 18.1). Les dominos doivent être positionnés à un niveau où leur encombrement sera bien toléré (éviter le sommet d'une cyphose) et à un niveau où le profil est le plus rectiligne possible afin de pouvoir laisser les réserves de tige les plus droites possibles. L'idéal est la jonction thoraco-lombaire.

Deux tiges connectées par un tube de connexion

Il s'agit d'un dispositif de connexion femelle-femelle à l'intérieur duquel sont positionnées les extrémités de deux tiges qui seront éloignées l'une de l'autre lors des allongements. Ces dispositifs assurent une plus grande rigidité à l'ensemble du montage mais sont encombrants et ne peuvent pas être cintrés ce qui ne leur confère pas une grande ergonomie (fig. 18.3).

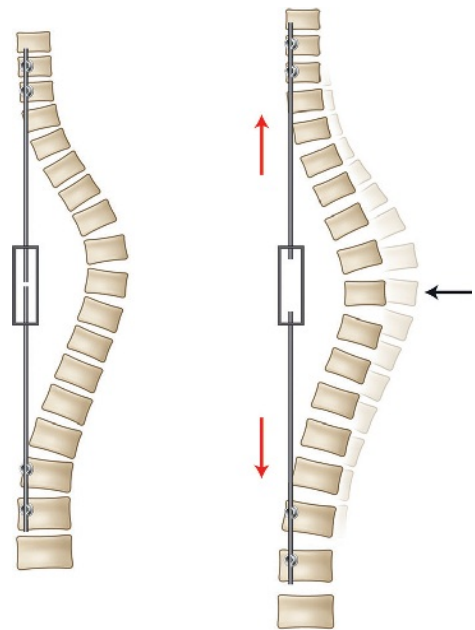


Fig. 18.3

Deux tiges connectées par un tube de connexion.

VEPTR®

Le VEPTR® est un implant pariétal longitudinal, avec ancrage côte-côte, hybride (côte-crochet lombaire) ou côte-pelvis. Le principe est basé sur l'élargissement des thorax étroits afin de créer une chambre d'expansion suffisante au développement pulmonaire. Par conséquent, l'objectif premier est plus de corriger le syndrome d'insuffisance thoracique que la déformation rachidienne. Chaque implant est composé d'une tige mâle comprenant une partie cintrable et une tige d'extension de section rectangulaire qui répond à une tige femelle dans laquelle elle coulisse. Deux rayons de courbure sont disponibles : 220 et 500 mm. On peut réaliser en fonction des situations des montages à un ou plusieurs implants avec une grande modularité, en particulier avec la deuxième génération du VEPTR® (fig. 18.4).



Fig. 18.4

Scoliose thoracogénique instrumentée par deux VEPTR®.

Principes de pose d'une tige de croissance

Diamètre et nombre de tiges/rigidité du montage

La rupture de tige est une complication fréquente et certains auteurs conseillent de privilégier le diamètre 5,5 mm

et l'usage de deux tiges. Dans notre expérience, les ruptures sont surtout le fait de montages trop contraints en cyphose. Il apparaît important pour éviter les ruptures de tige que celles-ci ne soient pas trop cintrées. Un montage à double tige impose un abord plus extensif et augmente le risque d'autofusion qui diminuera les possibilités de distractions et rendra la correction finale plus difficile. Les montages à deux tiges sont une bonne indication pour les scolioses souples, hypotoniques et ostéoporotiques des maladies neuromusculaires (fig. 18.5).

Voie d'abord

Deux mini-abords, proximal et distal, sont proposés pour la fixation des implants et le passage de la tige en sous-musculaire. Cette technique « à l'aveugle » présente un risque de fausse route avec effraction thoracique dans les scolioses sévères.

Dans certains cas, on préférera faire un abord complet avec section des plans musculaires, permettant un bon positionnement de la tige et une couverture optimale par les muscles mais avec un risque plus important de fibrose.

Pour le VEPTR®, une incision médiane (qui sera celle de l'arthrodèse définitive) est préférable à une incision transversale, initialement proposée par les promoteurs de la technique.

Il est fondamental pendant cette voie d'abord de bien repérer au palper les épineuses de la zone scoliotique afin d'éviter tout abord et dépériostage de cette zone qui entraîneraient une fusion osseuse. L'abord dans la concavité de la scoliose se fait donc en transmusculaire, de façon la plus rectiligne possible, telle la corde d'un arc, d'un point de fixation à l'autre.

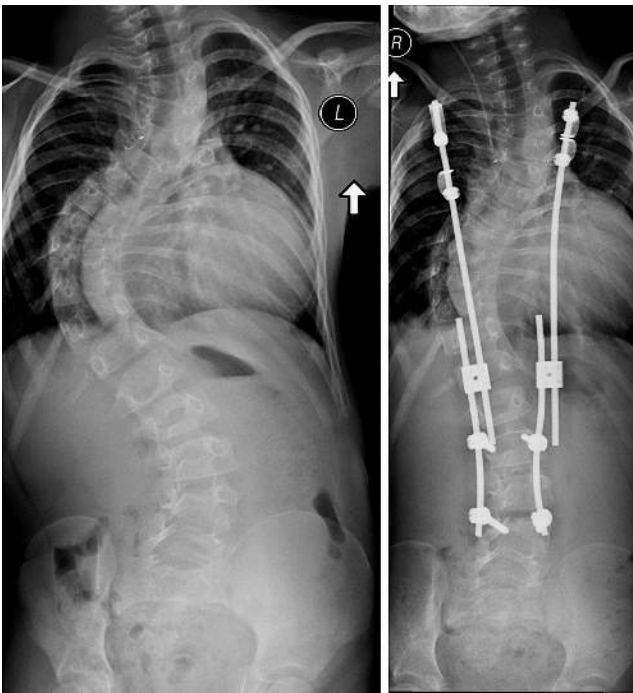
Points d'ancrage

Rachis

La rupture osseuse ou le démontage aux points d'ancrage sont les complications mécaniques les plus fréquentes. Il est donc nécessaire de bien réfléchir au niveau et au type d'ancrage.

Fixation crâniale

Elle est problématique. La fixation mécaniquement la plus solide est réalisée par deux vis contiguës. Toutefois, ce vissage est plus difficile et plus dangereux qu'en zone lombaire. L'utilisation de la radioscopie en peropératoire semble indispensable pour un positionnement optimal. L'usage d'une seule vis est à proscrire.

**Fig. 18.5**

Correction d'une scoliose neuromusculaire par un montage à deux tiges.

Pour la fixation crâniale, nous préférons utiliser des crochets, moins dangereux, mais qui imposent un abord plus extensif. La fixation est idéalement réalisée à l'aide d'une pince sur deux vertèbres contiguës. La pince pédiculo-transversaire est la moins invasive mais la moins solide. La fixation lamo-lamaire sur deux vertèbres contiguës a notre préférence. On peut également réaliser, surtout sur un os fragile, une pince lamo-lamaire sur une vertèbre et un crochet sous-lamaire sur la vertèbre sous-jacente (fig. 18.6).

La mise en place du crochet supérieur doit respecter le plus possible le ligament interépineux dont l'excision peut favoriser la cyphose jonctionnelle proximale. Il faut pour cela rester latéral dans l'exposition des lames et se servir de la rugine pour franchir le ligament jaune qui ne doit pas être ouvert dans la mesure du possible.

Fixation caudale

Elle est réalisée par la majorité des équipes par deux vis pédiculaires. Nous pratiquons un vissage pédiculaire sous contrôle radioscopique avec un abord sous-périosté *a minima* du point de pénétration pédiculaire.

Choix du niveau de fixation

Cette fixation doit se faire à un niveau qui, de face, permet d'avoir l'angle le plus faible entre l'axe de poussée

de la tige et l'axe de croissance du rachis (fig. 18.7). De profil, il faut également éviter de se fixer sur un sommet ou sur une amorce de cyphose sous peine de voir s'aggraver cette cyphose jonctionnelle. Il faut idéalement se fixer sur une fin de cyphose ou une amorce de lordose (fig. 18.8).

Le choix du niveau de fixation peut se faire à l'aide de clichés en traction (concept de la « future vertèbre stable » par opposition à la « vertèbre stable » de Harrington). Avant la mise en place des tiges de croissance, une préparation par halo traction peut être utile afin de diminuer l'amplitude d'une courbure, améliorer l'équilibre global ou encore corriger une hypercyphose.

La reprise d'une faillite de fixation doit se faire si possible après une période de quelques semaines qui permet une consolidation osseuse locale facilitant la nouvelle implantation.

Il a même été proposé une implantation première des ancrages, suivie de celle des tiges 4 mois plus tard, pour prévenir une faillite mécanique.

L'avivement et la greffe locale pour renforcer les appuis sont classiquement recommandés. Ils ne doivent pas affaiblir la corticale des vertèbres d'appui.

Côte

La description est basée sur l'anneau costal crânial du VEPTR®. Chaque anneau est constitué :

- d'un crochet inférieur équipé d'un écrou de verrouillage de la tige et de trous de visualisation permettant de vérifier que la tige est bien insérée;
- d'un crochet supérieur fermant l'anneau;
- d'un clamp de fermeture (fig. 18.9).

Les anneaux sont disponibles en deux tailles et le crochet supérieur en trois longueurs pour s'adapter à l'anatomie ou encercler plusieurs côtes. Il existe des extensions permettant une fixation sur plusieurs côtes soit verticalement soit par une extension latérale (fig. 18.10).

La première côte ne doit pas être instrumentée du fait du risque de lésion plexique. La côte sélectionnée est repérée, puis on réalise une courte incision des muscles intercostaux. La côte est ruginée en sous-périosté en évitant une effraction pleurale. La rugine (différentes tailles) permet de terminer la préparation et de déterminer la taille adaptée. Les deux crochets sont assemblés autour de la côte en prenant soin de bien les aligner, puis le clamp solidarissant les deux crochets est impacté. L'implantation d'un anneau costal à la partie caudale de l'instrumentation (si ce mode d'ancrage est sélectionné) n'est pas différente. Un adaptateur permet d'associer des éléments des deux générations de VEPTR®.



Fig. 18.6

Différents types d'ancrages vertébraux.

- a. Fixation par vis pédiculaires.
- b. Fixation avec pince lamo-lamaire sur deux étages.
- c. Pince lamo-lamaire sur un étage protégée par un crochet lamaire l'étage sous-jacent.

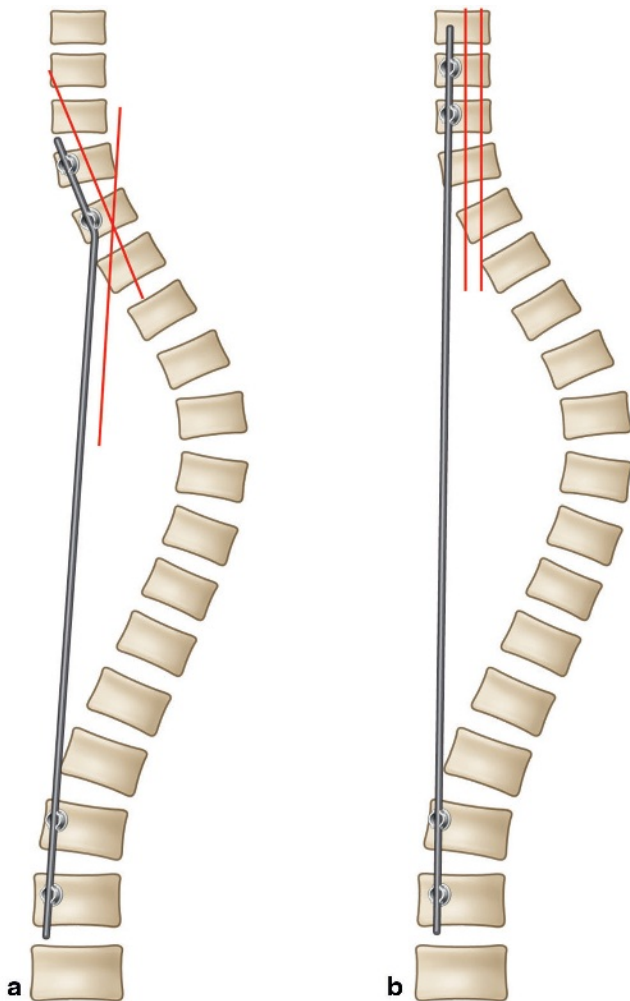
Plusieurs autres compagnies développent la fixation costale, comme Biomet (fig. 18.11) et Spineway (fig. 18.12).

Pelvis

Plusieurs types d'ancrages pelviens peuvent être utilisés, avec une fixation sacrée ou iliaque dans les montages bilatéraux. Pour le crochet en «S» du VEPTR®, le plan mus-

culaire est incisé verticalement à l'apex de l'aile iliaque qui est ruginée sur sa face médiale en restant extrapériostée. Le crochet est inséré puis connecté à la tige par un domino (fig. 18.13).

Les techniques du vissage sacré et de la tige iliaque sont décrites dans des chapitres dédiés et ne présentent pas de spécificités appliquées aux tiges de distraction.

**Fig. 18.7**

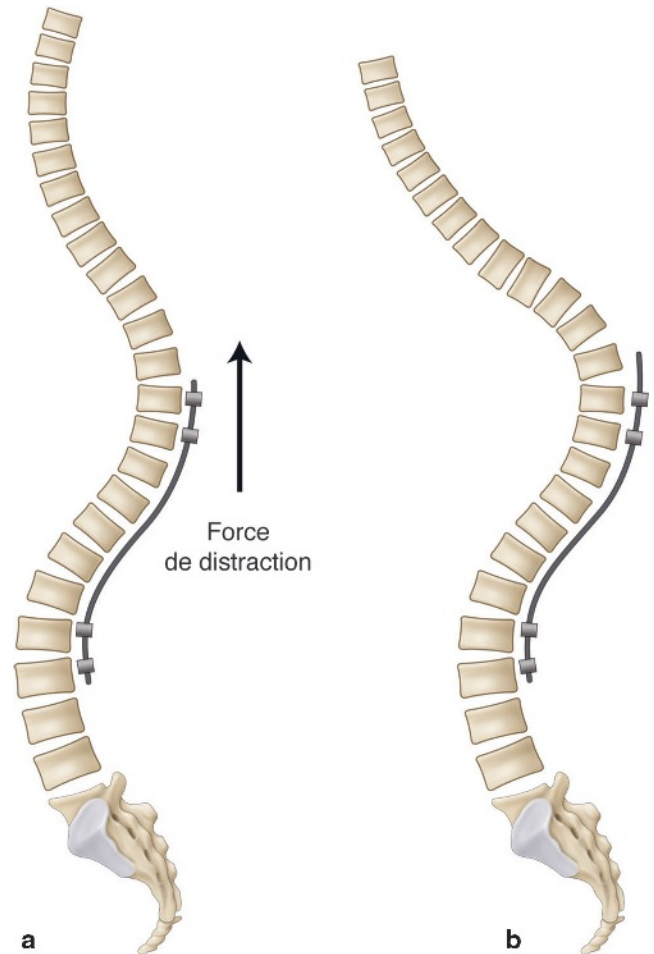
Alignement de l'axe de distraction et de l'axe de croissance rachidienne.

Cintrage de la tige

Il doit se rapprocher le plus possible du profil physiologique du patient. Cela impose de tenir compte des zones non cintrables des tiges (réserve d'allongement) afin de les positionner à l'endroit le moins délétère possible pour l'équilibre sagittal. Cette problématique se pose tout particulièrement avec les tiges de croissance magnétiques. Un cintrage trop important en cyphose est un facteur de risque important de rupture ou d'arrachement des implants crâniens.

Troubles trophiques et infections

L'encombrement sous-cutané du matériel peut conduire à de graves troubles trophiques locaux et les infections sur matériel peuvent conduire au retrait du dispositif et à

**Fig. 18.8**

Cyphose jonctionnelle crâniale iatrogène.

l'abandon de la technique. Un soin tout particulier doit être donné à la fermeture qui devra se faire sans tension à l'aide de tissus suffisamment épais. Il peut être parfois nécessaire de créer artificiellement des zones de couverture en réalisant des décollements musculaires ou sous-cutanés. Une préparation nutritionnelle du patient est également parfois indispensable.

Allongement des tiges de croissance

Tiges mécaniques à allongement chirurgical

La fréquence des allongements varie entre 6 et 12 mois selon la vitesse de croissance de l'enfant et surtout de la zone instrumentée. Les scolioses malformatives avec

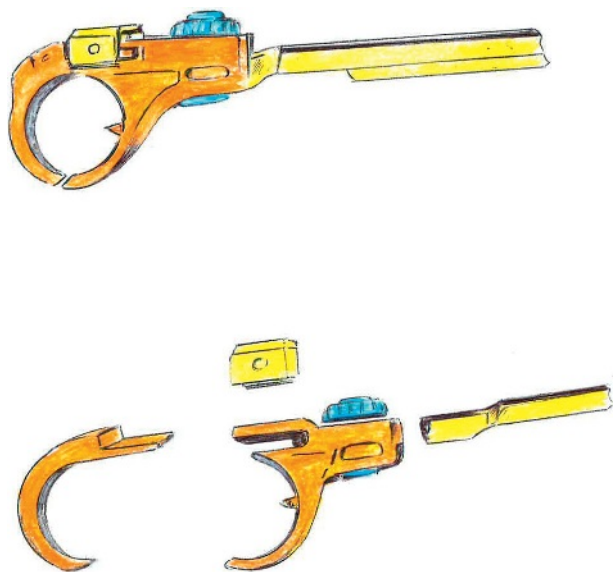


Fig. 18.9

Composants du crochet costal VEPTR®.

© Philippe Perroud

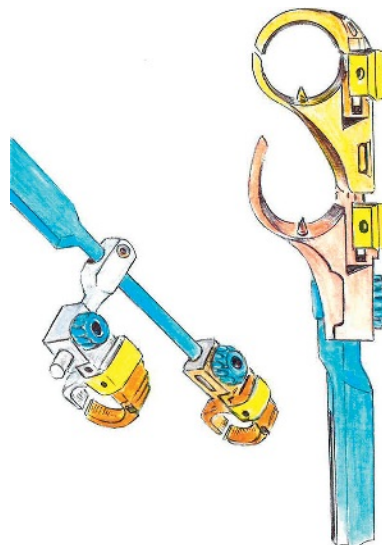


Fig. 18.10

Extensions verticale ou latérale du crochet VEPTR®.

© Philippe Perroud

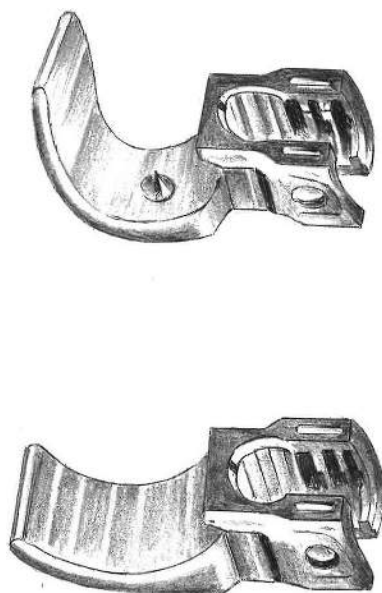


Fig. 18.11

Composants du crochet costal Biomet.

© Philippe Perroud



Fig. 18.12

Système d'ancrage costal Spineway.

© Philippe Perroud

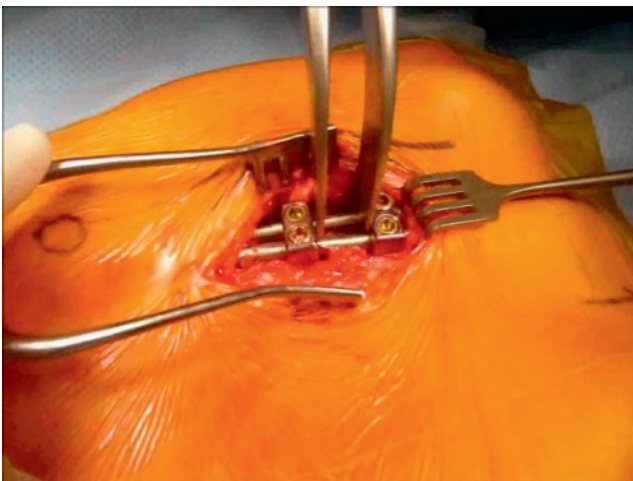
d'importantes zones de fusion ne nécessitent pas des allongements aussi fréquents. Un abord électif permet de positionner une pince distractante après avoir déverrouillé la zone de réserve (fig. 18.14). L'importance de l'allongement est décidée de façon empirique en fonction du ressenti du chirurgien afin d'obtenir un allongement de 5 à 15 mm sans trop contraindre le dispositif pour ne pas risquer une faillite des zones de fixation. Il est

intéressant de s'aider des tables de croissance de la colonne vertébrale de Diméglio.


Fig. 18.13

Crochet en «S» iliaque du VEPTR®.

© Philippe Perroud


Fig. 18.14

Distraction manuelle de tiges de croissance.

Tiges magnétiques

Elles expriment ici leur principal avantage. Le caractère non invasif autorise des allongements plus fréquents, se rapprochant d'une croissance physiologique. L'allongement fait appel à un électro-aimant externe positionné sur le dos du patient, après repérage précis (fig. 18.15). Les


Fig. 18.15

Allongement d'une tige magnétique MAGEC® en consultation.

allongements sont réalisés tous les 2 à 3 mois selon les équipes. Il est utile de pouvoir vérifier à chaque séance l'allongement effectif, idéalement par échographie, afin de diminuer l'irradiation des patients.

Fin d'utilisation d'une tige de croissance

En théorie, lorsque la croissance du thorax est suffisamment avancée, idéalement après fermeture du cartilage en Y, une arthrodèse définitive est réalisée. Certains patients présentent un enraidissement tel de la colonne vertébrale après l'ablation du matériel qu'il est décidé de surseoir au geste d'arthrodèse définitive.

Cette méthode est maintenant régulièrement proposée pour des patients particulièrement fragiles (maladies neurologiques dégénératives). Le but est de prendre en charge la scoliose à un âge où l'état général de l'enfant le permet à l'aide d'une tige de croissance qui est laissée en place en fin de croissance. Cette option permet d'éviter l'impasse thérapeutique que représenterait à la puberté une scoliose majeure inopérable du fait d'un état général trop précaire pour subir une opération d'arthrodèse longue et difficile.

Bibliographie

Akbarnia BA, Marks DS, Boachie-Adjei O, et al. Dual growing rod technique for the treatment of progressive early-onset scoliosis : a multicenter study. *Spine* 2005 ; 30 : S46–57.

- Cunin V. Early-onset scoliosis - current treatment. *Orthop Traumatol Surg Res* 2015; 101 : S109–18.
- Dede O, Demirkiran G, Bekmez S, et al. Utilizing the "stable-to-be vertebra" saves motion segments in growing rods treatment for early-onset scoliosis. *J Pediat Orthop* 2015; .
- Flynn JM, Tomlinson LA, Pawelek J, et al. Growing-rod graduates : lessons learned from ninety-nine patients who completed lengthening. *J Bone Joint Surg Am* 2013; 95 : 1745–50.
- Huang ZF, Ouyang J, Zhong SZ, et al. Distractional failure forces comparison of different anchor sites for the pediatric growing rod technique. *Eur Spine J* 2014; 23 : 1197–203.
- Karol LA, Johnston C, Mladenov K, et al. Pulmonary function following early thoracic fusion in non-neuromuscular scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90 : 1272–81.
- Mahar AT, Bagheri R, Oka R, et al. Biomechanical comparison of different anchors (foundations) for the pediatric dual growing rod technique. *Spine J* 2008; 8 : 933–9.
- Miladi L, Journe A, Mousny M. H3S2 (3 hooks, 2 screws) construct : a simple growing rod technique for early onset scoliosis. *Eur Spine J* 2013; 22(Suppl 2) : S96–105.
- Moe JH, Kharraz K, Winter RB, et al. Harrington instrumentation without fusion plus external orthotic support for the treatment of difficult curvature problems in young children. *Clin Orthop Relat Res* 1984; 185 : 35–45.
- Schelfaut S, Dermott J, Zeller R. Staged insertion of growing rods in severe scoliosis, does it prevent fixation failure ? In : Podium presentation #6. 8th ICEOS meeting; Warsaw (Poland); 2014.
- Skaggs DL, Akbarnia BA, Flynn JM, et al. A classification of growth friendly spine implants. *J Pediat Orthop* 2014; 34 : 260–74.
- Smith JT. Bilateral rib-to-pelvis technique for managing early-onset scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 2011; 469 : 1349–55.
- Ventura Gomez NM, Ey Batlle AM, Vilalta Vidal I, et al. The effectiveness of pre-operative halo-gravity traction in early onset scoliosis and severe kyphoscoliosis : clinical and radiographic study. In : Podium presentation #6. 8th ICEOS meeting; Warsaw (Poland); 2014.
- Yang JS, Sponseller PD, Thompson GH, et al. Growing rod fractures : risk factors and opportunities for prevention. *Spine* 2011; 36 : 1639–44.
- Yazici M, Olgun ZD. Growing rod concepts : state of the art. *Eur Spine J* 2013; 22(Suppl 2) : S118–30.

Arthrodèse antérieure (étai, *inlay*) et correction par instrumentation antérieure

C. Glorion

PLAN DU CHAPITRE

Technique de l'étai	130
Technique du greffon en <i>inlay</i>	132
Instrumentations segmentaires antérieures	133

La correction antérieure d'une déformation du rachis est indiquée pour les déformations cyphotiques, les déformations très rigides, seule ou avant de réaliser une instrumentation postérieure. Pour certaines scolioses thoraciques, mais surtout pour les scolioses thoraco-lombaires, ce sont actuellement les indications reines des techniques instrumentées antérieures.

Technique de l'étai

Lorsqu'une déformation angulaire, le plus souvent cyphotique et malformative, est rigide, l'utilisation d'un étayage antérieur est très utile pour assurer stabilité et fusion du rachis. Les greffons employés sont, selon les habitudes et les possibilités, le tibia (notre préférence), la fibula (très corticale), la côte (moins solide).

Les limites de l'ancrage des greffons sont les extrémités de la déformation. Il faudra que la planification veille à ce que les greffons soient orientés selon la ligne de gravité pour que les forces de compression les traversent. Si les limites de l'application des greffons sont insuffisantes, la déformation progressera.

Pour les déformations en cyphose pure, les greffons doivent être antérieurs; s'il y a une composante scoliotique, c'est dans la concavité de la courbure qu'ils doivent être placés. La voie d'abord est idéalement concave, mais il est possible par la convexité de dépasser la ligne médiane et de disposer les greffons dans la concavité.

L'abord du rachis doit être sous-périosté (fig. 19.1), ménageant un grand lambeau de périoste qu'il faut lever avec beaucoup de soins, car il sera un élément important de la stabilisation des greffons et de la qualité du lit de la greffe. Avant de commencer la greffe, il faudra passer des fils de gros Vicryl® dans la berge concave du lambeau. On pourra ainsi rabattre le lambeau et stabiliser les greffons corticaux. Les greffons spongieux et costaux (fragmentés) intervertébraux placés entre les greffons en étai seront ainsi bien contenus dans le bon espace.

Lorsque les extrémités de la déformation sont bien exposées, il faut faire une discectomie très complète qui donne un peu de flexibilité à la déformation et qui permet la fusion intervertébrale (fig. 19.2).

Concernant la discectomie, il faut d'abord inciser l'annulus avec un bistouri pointu en faisant un rectangle, puis retirer annulus et nucléus à la pince de Cloward. Il ne reste plus alors que les plaques de croissance dont l'ablation doit être la plus complète possible. Si l'épaisseur de la plaque de croissance est faible, on peut utiliser une curette fenêtrée (instrument du curetage utérin); si elle est conséquente, on peut l'enlever en bloc en la décollant progressivement à partir de sa périphérie avec une rugine de Cobb.

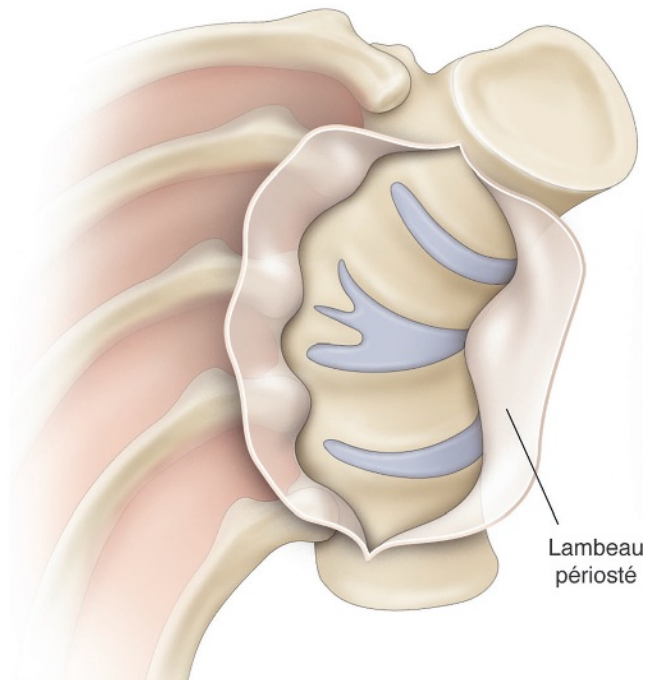


Fig. 19.1

La préparation d'un grand lambeau périosté est importante.

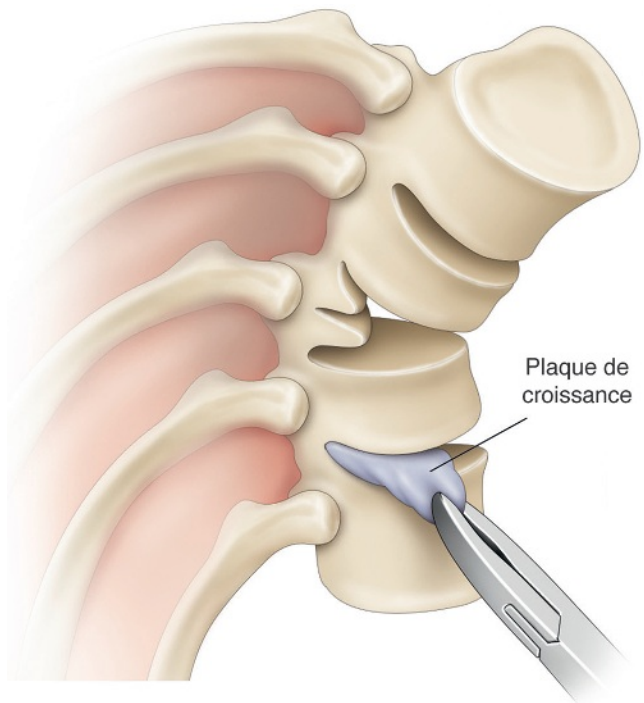
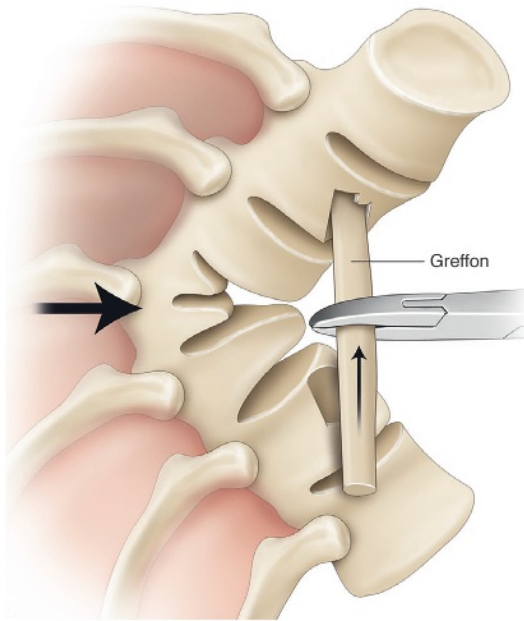


Fig. 19.2

L'excision des plaques de croissance doit être très complète.

Il faut évaluer le nombre et la position des greffons. Le principe est de faire une palissade en disposant idéalement trois greffons. Il faut préparer une logette dans

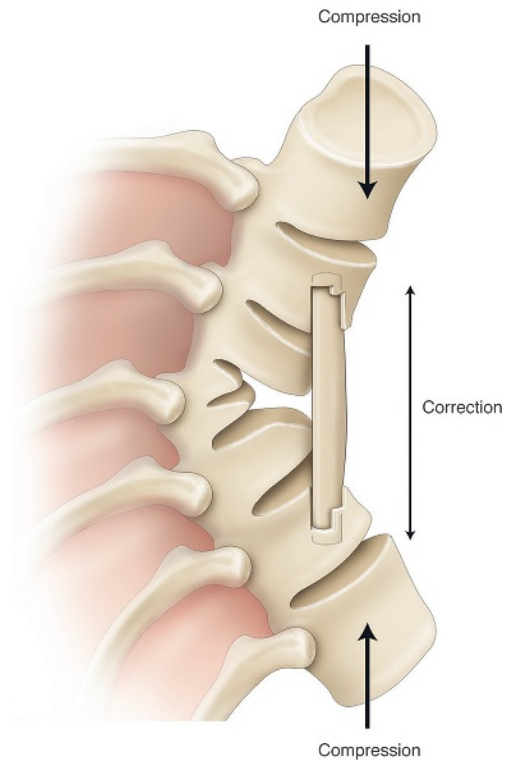
**Fig. 19.3**

Pour introduire le greffon antérieur, il faut appliquer une force sagittale avec le poing qui pousse dans le dos afin d'ouvrir le sinus de la déformation.

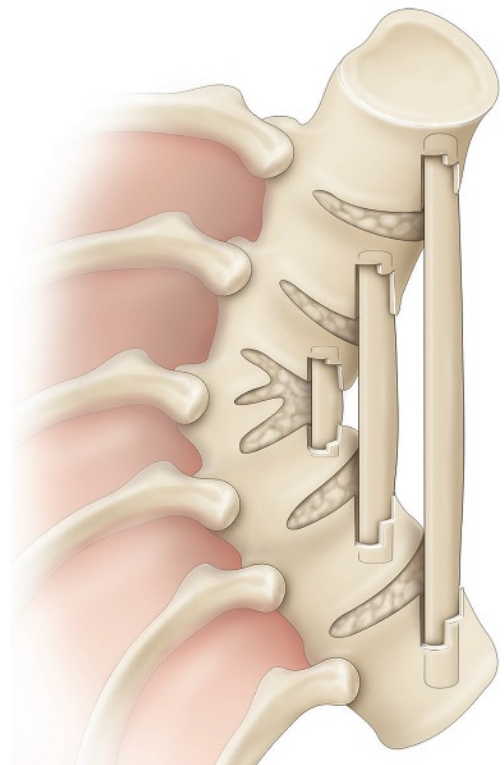
les vertèbres limites de la déformation, en respectant scrupuleusement la corticale de la vertèbre dans laquelle s'appliquera le greffon. Le greffon doit être préparé de telle sorte que son introduction soit facile, et que son appui soit large (c'est-à-dire en pointe ou en biseau). Pour avoir une bonne stabilité du greffon, il faut qu'il soit en compression et donc que la déformation se corrige lors de son introduction. C'est en appliquant son poing en arrière, au sommet de la déformation que l'on ouvre un peu le sinus de la déformation (des distracteurs ont été faits mais leur application demande de la place et un os dur, conditions qui ne sont pas toujours réunies). Le greffon placé au fond de la logette d'une extrémité pourra ainsi passer en arrière de la corticale de l'autre vertèbre limite. La simple compression de la déformation légèrement corrigée lui donnera sa stabilité. Il s'agit du greffon le plus distant du sommet de la déformation (fig. 19.3 et 19.4).

Il faudra faire la même chose pour les autres greffons en se rapprochant du sommet de la déformation. Une palissade est ainsi réalisée (fig. 19.5).

Les points importants sont : le soin qu'il faut apporter à la confection des logettes qui stabiliseront les greffons ; la qualité de l'avivement intersomatique à la curette rigide afin d'être en os spongieux permettant d'obtenir une bonne fusion. Il faut être conscient de la densité de l'os sous-chondral.

**Fig. 19.4**

Les deux extrémités étant introduites en arrière du mur antérieur de la vertèbre, les forces de compression assurent la stabilité du greffon.

**Fig. 19.5**

Les greffons postérieurs sont ensuite disposés en palissade.

Technique du greffon en *inlay*

Insérer un greffon en *inlay*, c'est l'incorporer sur la partie latérale des vertèbres lorsque la résection corporeale a été

trop importante pour faire une greffe intersomatique satisfaisante et que la déformation ne permet pas de faire un étai mécaniquement efficace.

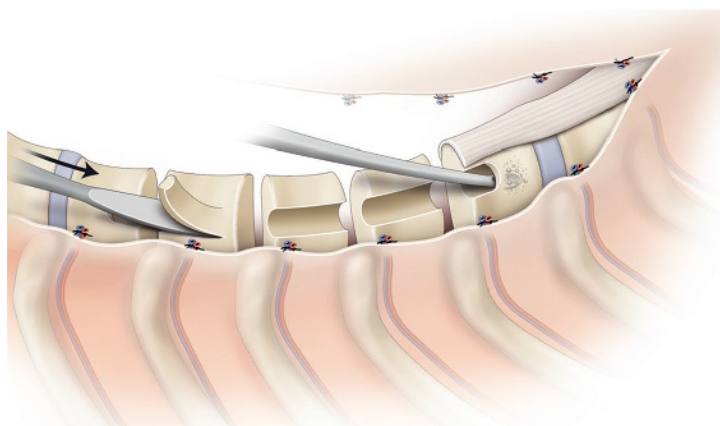


Fig. 19.6

Pour disposer un greffon en *inlay*, il faut ménager une logette aux deux extrémités et une tranchée dans les corps vertébraux pour accepter le greffon.

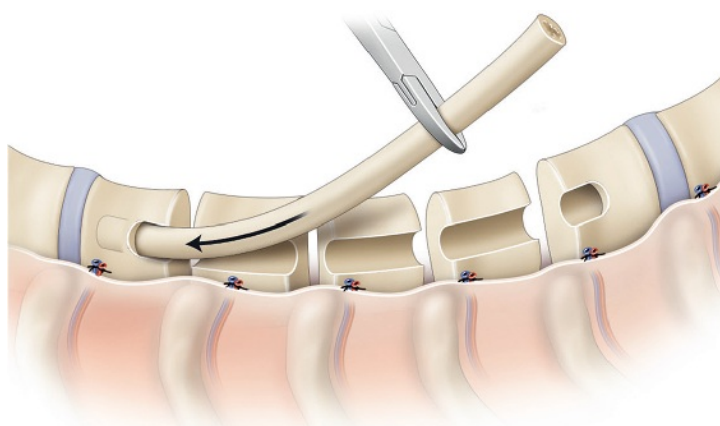


Fig. 19.7

Le greffon est introduit en va-et-vient en ayant confectionné une logette plus profonde à une extrémité.

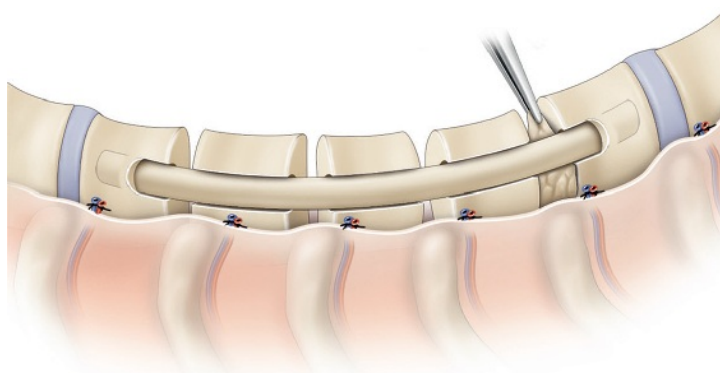


Fig. 19.8

Le greffon est ensuite appliqué comme en marqueterie.

L'abord vertébral est ici encore sous-périosté. La discectomie est très complète, le lambeau périosté doit avoir été repéré par des sutures de bon calibre comme pour la greffe en étai. Les vertèbres limites de la déformation doivent être bien exposées. Il faut préparer dans les deux vertèbres limites une logette susceptible d'accepter l'extrémité du greffon. Dans les autres vertèbres, il faut faire une tranchée qui pourra accepter le greffon dont la forme devra s'adapter à la forme du rachis (fig. 19.6). Le greffon là aussi sera cortical, soit tibia, soit côte plus facile à adapter. Les espaces comblés par du spongieux et/ou de la côte fragmentée, le greffon en *inlay* est introduit avec un mouvement de va-et-vient, bien impacté comme une pièce de menuiserie (fig. 19.7 et 19.8). Le périoste pourra être rabattu et suturé pour envelopper cette greffe. Ce geste a aussi des capacités hémostatiques utiles.

Instrumentations segmentaires antérieures

Le principe repose sur la mise en place d'un implant par vertèbre après une libération antérieure qui s'appuie essentiellement sur une excision discale très complète dont les modalités ont été décrites dans le paragraphe de la greffe en étai. Les grands principes biomécaniques sont comparables à ceux de la plaque de Poulou et Rigault avec en particulier une dérotation réellement efficace. L'apport supplémentaire des instrumentations antérieures utilisant un système de tige est de pouvoir réaliser des manœuvres de dérotation sur les tiges. Il est également possible de pratiquer des manœuvres de contraction sur les vertèbres apicales du côté de la convexité ainsi que des manœuvres de modelage *in situ* de la tige.

Les implants utilisés sont à une ou deux vis. Pour les implants à une vis, une agrafe améliore la stabilité et la tenue de l'implant sur les vertèbres. Pour les implants à deux vis, c'est une plaquette qui est vissée sur la vertèbre et qui permet de solidariser la tige aux vertèbres instrumentées. Certaines instrumentations permettent de fixer deux tiges aux implants vertébraux. Ce type de montage est plus volumineux et plus difficile à mettre en place. En revanche, les systèmes à deux tiges sont plus rigides et plus solides et permettent d'obtenir des corrections très satisfaisantes.

Il est préférable de réaliser un abord extrapériosté des corps vertébraux. En effet, ceci permet de ne pas fragiliser les corps vertébraux qui seront ensuite soumis à des contraintes parfois importantes lors de la correction par le matériel mis en place.

Une fois le rachis correctement exposé, l'excision discale est réalisée à chaque étage, le plus complètement possible. Les espaces intersomatiques avivés sont ensuite comblés avec des compresses hémostatiques type Surgicel® ou Pangen®.

Les implants sont disposés sur chaque vertèbre avec une ou deux vis. La longueur des vis aura été déterminée avant l'intervention sur la radiographie en traction corrigeant partiellement la déformation. Il faut que chaque vis, placée de manière transversale dans le corps vertébral, franchisse la corticale opposée pour assurer une bonne tenue (fig. 19.9). Le point d'entrée de la vis doit être suffisamment postérieur pour assurer une bonne dérotation de la vertèbre et une bonne tenue dans le corps vertébral.

Dans le secteur thoracique, le point d'entrée de la vis vertébrale est proche de la tête de la côte.

Dans la région lombaire, il faut voir l'origine du pédicule afin de bien visualiser la partie postérieure du corps vertébral. Il est possible de palper à l'aide d'une spatule courbe la partie antérieure du foramen intervertébral qui donne le niveau de la face postérieure du corps vertébral. Cette exposition nécessite une désinsertion très soignée du psoas; il sera rabattu ensuite par-dessus l'instrumentation. La mise en place des implants antérieurs nécessite, particulièrement s'il existe une forte rotation vertébrale, d'avoir une bonne vision tridimensionnelle de l'anatomie du corps vertébral afin de ne pas risquer une issue de la vis dans le canal vertébral. Si on utilise un implant à deux vis, la deuxième vis dont le point d'entrée est plus antérieur va converger avec

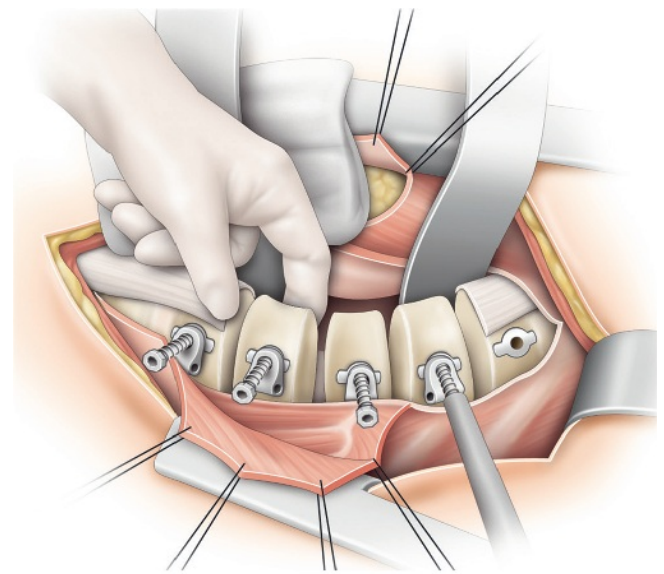


Fig. 19.9

Pour faire une instrumentation segmentaire antérieure, il faut appliquer les implants dans les vertèbres non dépériostées, perpendiculairement à l'axe du corps vertébral, à travers une agrafe ou une plaque.

la première et va prendre appui dans l'entrée du pédicule vertébral contro-latéral, assurant une tenue très solide.

À la fin du temps d'instrumentation, les implants doivent être bien perpendiculaires aux vertèbres et suffisamment bien alignés pour permettre une application aisée des tiges. La mise en place des implants vertébraux aux vertèbres extrêmes nécessite parfois d'avoir recours à une ou plusieurs contre-incisions cutanées afin de diriger les instruments et de mettre en place les implants avec une bonne obliquité.

L'avivement et le comblement des espaces sont faits avant la correction de la déformation avec la ou les tiges. L'avivement des plateaux est fait à la curette droite tranchante, en faisant des petits copeaux d'os spongieux qui permettent de combler l'espace intervertébral. Ce comblement est complété par la côte qui a été soigneusement fragmentée en petits morceaux qui se disposent plus facilement pour occuper le volume sans être comprimés. Ainsi ils ne s'opposent pas à la correction et en particulier à la compression de la convexité.

Lors de la mise en place de la tige, il faut tenir compte de la rigidité résiduelle du rachis après excision discale. Si la rigidité reste importante, il ne faut pas essayer de mettre en place une tige trop droite dans le plan frontal, sous peine d'arracher les implants d'une ou de plusieurs vertèbres aux extrémités du montage (fig. 19.10). La longueur de la tige est appréciée en tenant compte de la contraction qui va être effectuée sur les implants. La mesure peut être réalisée à l'aide d'un fil de suture chirurgical, tendu entre les deux implants les plus

éloignés. Il faut, en règle générale, éviter d'avoir une tige trop longue qui sera difficile à couper après sa mise en place. La tige doit être cintrée pour être appliquée facilement sur le rachis. Une fois solidarisée(s) à chaque implant vertébral, la ou les tiges sont descendues progressivement au contact du rachis. Dans les cas d'instrumentations utilisant deux tiges, le précintrage des tiges doit être réalisé de manière très précise afin de permettre leur mise en place.

La correction de la déformation rachidienne est obtenue tout d'abord par une manœuvre de dérotation prudente et progressive de la tige qui est ensuite verrouillée au niveau des deux vertèbres apicales (fig. 19.11). Il est ensuite possible, si cela est nécessaire, d'exercer des manœuvres de contraction en rapprochant les vertèbres sus- et sous-jacentes des vertèbres apicales. Ces manœuvres de contraction doivent toutefois rester modérées en région lombaire afin de ne pas induire une cyphose de la région instrumentée (fig. 19.12). Ce phénomène est aussi prévenu si les implants ont été appliqués suffisamment en arrière dans les corps vertébraux.

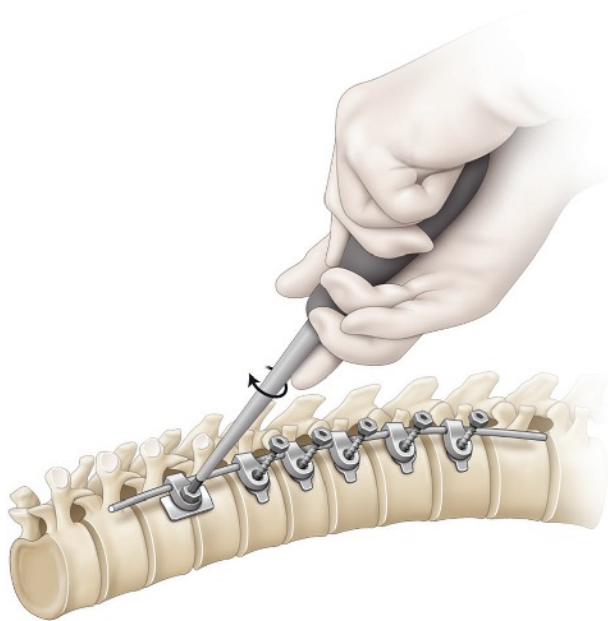


Fig. 19.10

La ou les tiges sont ensuite appliquées sur les implants vertébraux.

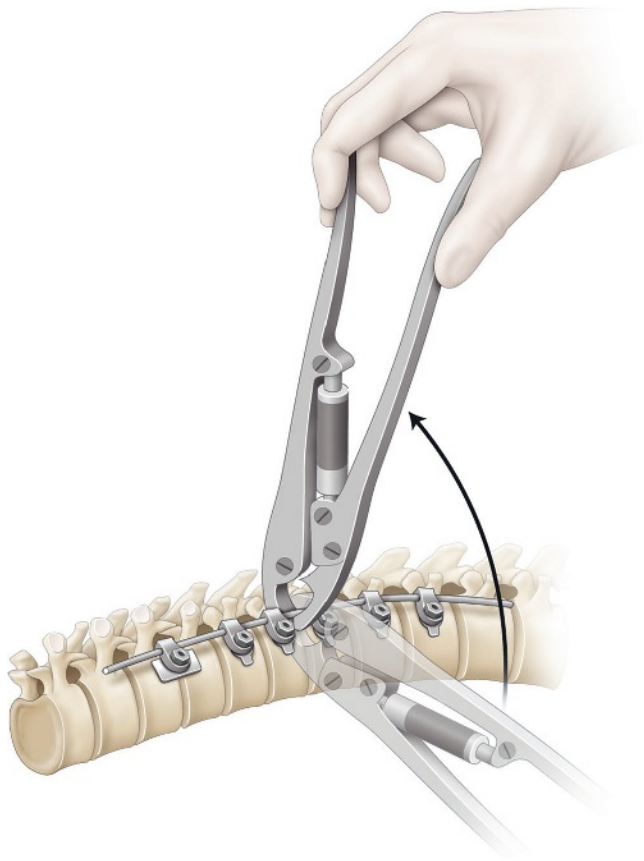


Fig. 19.11

Une dérotation est pratiquée avant de faire une contraction sur le sommet de la convexité où les implants ont été verrouillés en premier.

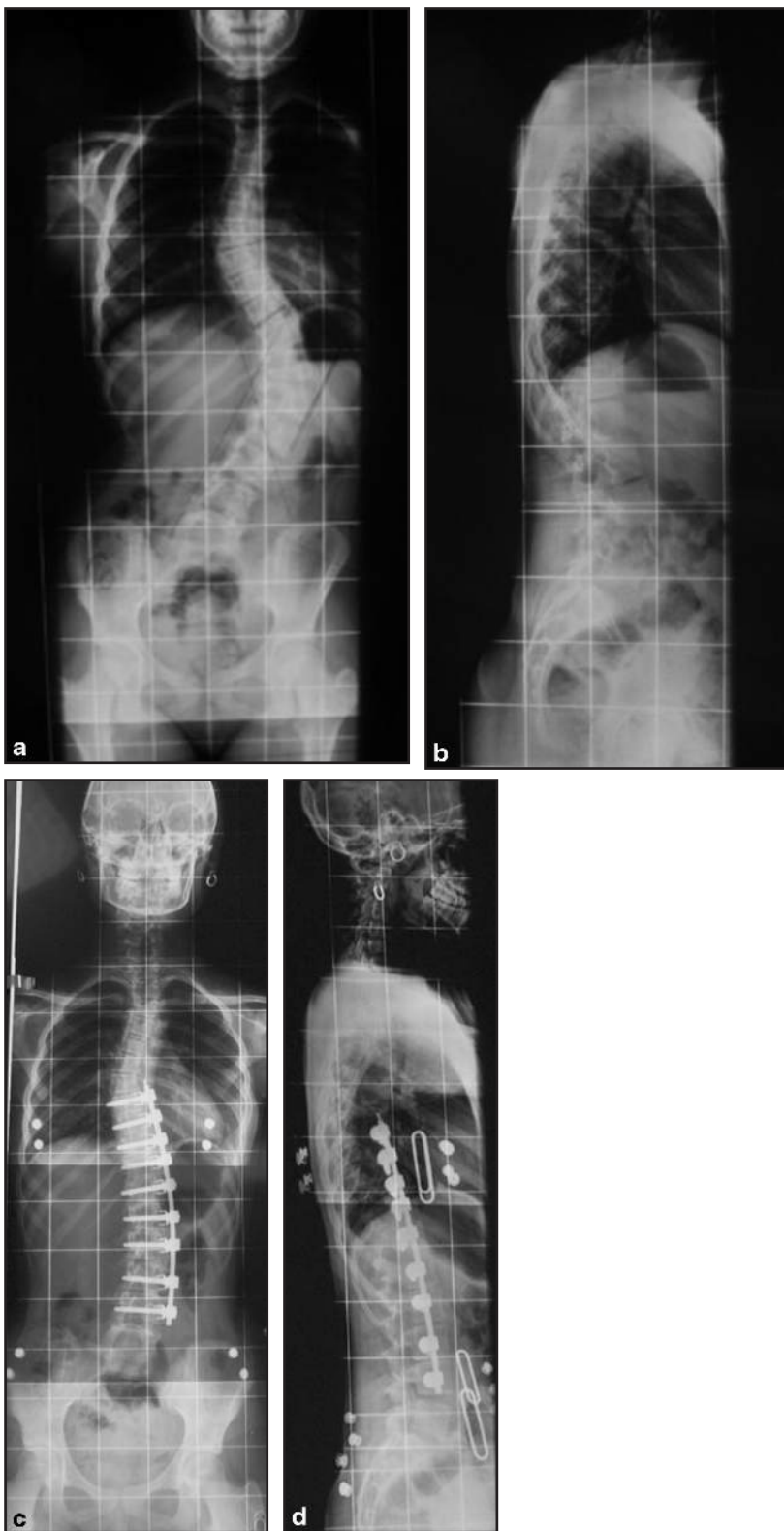


Fig. 19.12

Scoliose thoraco-lombaire gauche corrigée par une instrumentation antérieure segmentaire comportant un implant par vertèbre, la correction du plan sagittal est bonne.

a, b. Aspect préopératoire.

c, d. Résultat postopératoire.

L'ensemble du montage est alors verrouillé et les écrous cassés afin de réduire au minimum l'encombrement du matériel.

La fermeture doit être très soignée. L'idéal est de pouvoir fermer totalement et de manière étanche la plèvre pariétale. Lorsque la tension appliquée sur les berges est trop forte, il peut être nécessaire de décoller un peu celle-ci afin d'éviter que la suture ne déchire la plèvre. Le matériel est ainsi enfoui et le poumon est protégé. Cette fermeture étanche minimise également le saignement postopératoire provenant des régions osseuses avivées.

Le drainage de la cavité pleurale est indispensable. Toutefois, selon les équipes, le drain pleural classique a pu être remplacé par un système plus simple de type Redon avec une efficacité comparable. En outre, l'inconfort entraîné par le drain de Redon est moindre et son maniement beaucoup plus simple.

La fermeture est réalisée de manière étanche au niveau du lit de la côte qui a été réséquée. Il faut prendre garde à ne pas saisir le pédicule vasculonerveux intercostal dans la suture, ce qui pourrait être la cause de névralgies intercostales secondaires à la constitution

d'un névrome. Le rapprochement des deux côtes adjacentes est effectué à l'aide de points séparés qui doivent également éviter les éléments vasculonerveux. La fermeture des plans musculo-aponévrotiques superficiels est sans particularité. La fermeture cutanée par un surjet intradermique permet d'obtenir une cicatrice habituellement assez discrète.

La kinésithérapie respiratoire doit être débutée dès les premières heures qui suivent l'extubation. L'idéal est d'avoir pu inculquer au patient les bases de cette rééducation la veille de l'intervention. Cette rééducation est fondamentale et permet de maintenir le poumon à la paroi en minimisant l'importance de l'épanchement pleural réactionnel et le risque d'atélectasies. La mobilisation précoce obéit aux mêmes règles qu'en cas de chirurgie par voie postérieure. Il est théoriquement possible, comme lors d'une correction par voie postérieure, de se passer de toute immobilisation postopératoire. Néanmoins, une immobilisation postopératoire par un corset amovible thermoformé pendant 4 à 6 mois peut être utile, particulièrement pour éviter les sollicitations excessives des extrémités du montage.

Discectomie par thoracoscopie

J.-L. Clément

PLAN DU CHAPITRE

Indications	138
Technique	138
Principe	138
Installation	138
Voies d'abord	139
Discectomie	139
Fermeture	141
Conclusion	141

Indications

Introduite au début des années 1990 par Mack et Regan, la chirurgie antérieure du rachis par thoracoscopie vidéo-assistée a été de plus en plus utilisée pour devenir, dans certains centres, la technique standard de l'abord antérieur du rachis thoracique. Plusieurs avantages ont été attribués à cette technique dont la diminution du traumatisme pariétal et la réduction de la douleur, la diminution de la morbidité pulmonaire, l'accès à un nombre plus élevé de niveaux vertébraux et un meilleur résultat cosmétique.

La chirurgie des déformations vertébrales est l'une des indications de cette approche thoracoscopique. Les techniques se partagent entre :

- l'instrumentation–fusion antérieure comme traitement complet de la déformation scoliotique;
- la libération antérieure par discectomie en traitement complémentaire d'une arthrodèse postérieure.

Concernant la fusion antérieure avec instrumentation par thoracoscopie dans la scoliose idiopathique de l'adolescent, les résultats publiés ne sont pas très encourageants. Dans une revue de la littérature sur le traitement des scolioses idiopathiques de l'adolescent par fusion et instrumentation antérieure par thoracoscopie, Reddi *et al.* notent qu'il existe 20 % de complications relatives à l'instrumentation (pseudarthrose, perte de réduction, faillite du matériel, montage trop court...) en plus des 10 % de complications pulmonaires. Même si les résultats angulaires sont comparables à ceux des fusions postérieures, les auteurs concluent que l'avantage cosmétique et la moindre agressivité ne compensent pas le nombre de complications. Cette technique prometteuse reste en cours de mise au point.

Concernant les indications de libération antérieure sans instrumentation pour les scolioses rigides, le bénéfice théorique apporté par la libération antérieure sur l'amélioration de la correction de la scoliose est contesté compte tenu de l'amélioration de la réduction apportée par les instrumentations et techniques de réduction postérieures actuelles. Luhmann *et al.* montrent que la libération antérieure apporte un certain gain de correction pour les montages avec crochets, alors qu'il n'y a aucun bénéfice pour les montages par vis.

Il en est de même dans la chirurgie des déformations de l'adulte ou la libération antérieure thoracoscopique n'apporte pas de bénéfice suffisant pour palier l'augmentation de la morbidité. Elle est abandonnée au profit des instrumentations postérieures seules.

Il reste cependant à notre avis des indications de libération arthrodèse antérieure par thoracoscopie :

- prévention de l'asymétrie de croissance consécutive à une arthrodèse postérieure faite avant la fermeture des cartilages en Y, responsable de l'effet vilebrequin;
- libération antérieure dans les hypocyphoses thoraciques. Il a été montré que le raccourcissement de la colonne antérieure réalisée par la discectomie dans les instrumentations antérieures permet une meilleure correction de l'hypocyphose lors de certaines techniques de réduction postérieures. Cependant les techniques de translation postéro-médiales permettent une bonne correction de l'hypocyphose thoracique, remettant en cause cet avantage;
- correction progressive par traction par halo crânien des scolioses sévères supérieures à 100°. La discectomie par thoracoscopie facilite le déplissement thoracique qui permet d'améliorer la fonction respiratoire avec un préjudice pariétal beaucoup plus faible que celui d'une thoracotomie.

Technique

Principe

Introduite en 1921 pour cautériser les brides dans le pneumothorax de la tuberculose, la thoracoscopie a largement bénéficié de la chirurgie vidéo-assistée. La cavité thoracique est un site idéal pour les techniques endoscopiques. Elle offre un large espace de travail dès lors que le poumon est dégonflé. Bien que les voies d'abord soient limitées, l'utilisation de longs instruments permet de réaliser des gestes similaires à ceux réalisés par thoracotomie (fig. 20.1).

Installation

L'intervention est réalisée sous anesthésie générale avec exclusion du poumon du côté de l'abord, c'est-à-dire du côté de la convexité de la déformation. L'exclusion est réalisée soit par une sonde d'intubation à double lumière, soit par un bloqueur bronchique placé avec un bronchoscope.

Le patient est installé en décubitus latéral. Le chirurgien et son aide se placent en avant du patient. La colonne de thoracoscopie est placée en arrière (fig. 20.2). La mise en place des champs doit être large pour permettre, si nécessaire, une conversion en thoracotomie.

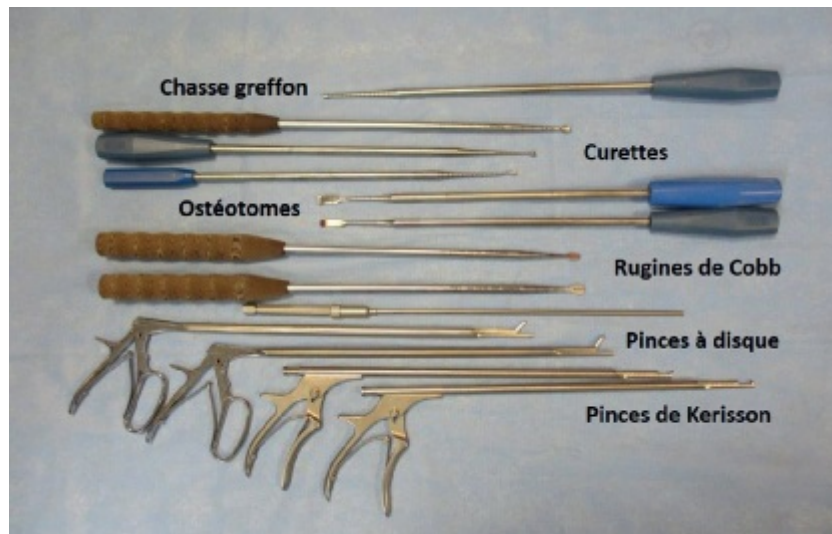


Fig. 20.1

Les longs instruments de la thoracoscopie sont similaires à ceux que l'on utilise en thoracotomie : pincès à disque, curettes, rugines de Cobb.

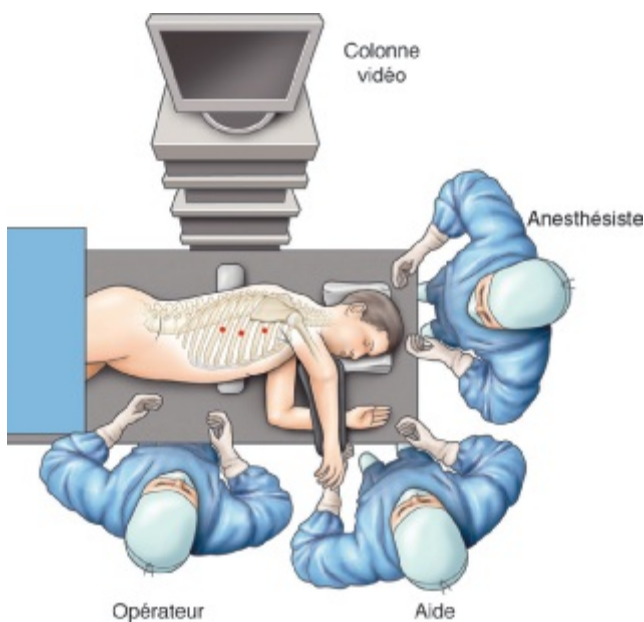


Fig. 20.2

Installation du patient en décubitus latéral pour permettre l'abord du côté de la convexité de la scoliose.

Le chirurgien et son aide se placent en avant du patient. La colonne vidéo est dans le dos du patient.

Voies d'abord

Les voies d'abord sont réalisées sur la ligne axillaire antérieure centrée sur le sommet de la déformation. Le premier trocart (15 mm) est mis en place dans un espace intercostal

à l'aide d'une mini-thoracotomie de 3 cm réalisée prudemment avec les écarteurs de Farabeuf et les ciseaux à disséquer. Le thoracoscope de diamètre 10 mm est introduit sous contrôle de la vue et le poumon peut être refoulé en même temps qu'il est dégonflé par l'anesthésiste. Deux ou trois trocarts supplémentaires sont ensuite mis en place en percutané sous visualisation thoracoscopique. Le premier est en général situé au droit de l'apex de la déformation. Les autres sont placés de part et d'autre en laissant libre un espace intercostal. La position exacte des trocarts doit être adaptée à la déformation de telle sorte que l'accès permette de travailler dans l'axe du disque. Nous utilisons des trocarts souples pour ne pas traumatiser les pédicules intercostaux. Ils sont raccourcis pour avoir le champ visuel le plus large possible (fig. 20.3).

Dissectomie

La cavité thoracique est inspectée et l'on repère facilement les disques, les vaisseaux segmentaires, les têtes de côte (fig. 20.4). Si nécessaire, un rétracteur pulmonaire peut être utilisé.

La technique classique comporte l'ouverture longitudinale de la plèvre et la section des vaisseaux segmentaires. Nous préférons préserver les vaisseaux et ouvrir la plèvre verticalement sur chacun des disques (fig. 20.5). Le disque est largement exposé. Une compresse glissée en avant protège les gros vaisseaux.

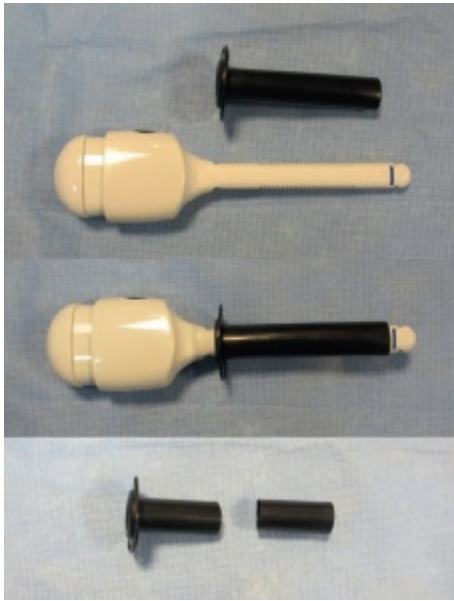


Fig. 20.3

Utilisation de trocars souples pour ne pas comprimer les pédicules intercostaux.

Ils peuvent être raccourcis pour élargir le champ visuel.

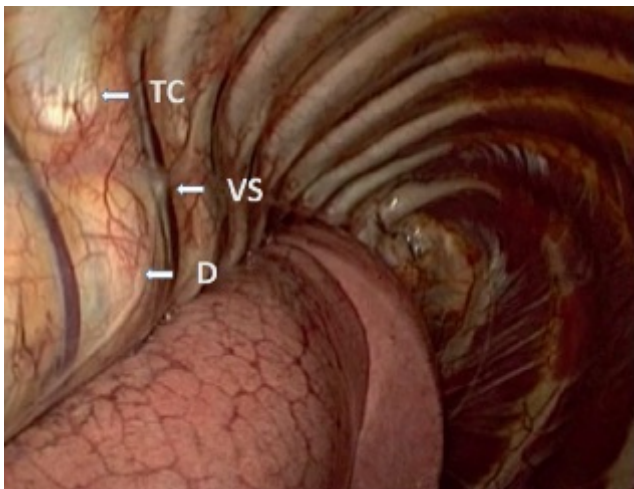


Fig. 20.4

Inspection de la cavité thoracique.

Repérage du relief des disques (D), de la dépression des corps vertébraux avec les vaisseaux segmentaires (VS) et des têtes de côte (TC).

La discectomie est commencée par la réalisation au bistouri froid d'une fenêtre dans l'annulus. L'excision discale est poursuivie à l'aide de différentes pinces à disque d'angulation et de taille adaptées (fig. 20.6). À l'aide de la rugine de Cobb, on réalise un décollement du cartilage de croissance visualisant ainsi le spongieux du corps vertébral. Les curettes permettent ensuite d'enlever l'ensemble du complexe disco-cartilagineux. Si nécessaire, le thoraco-

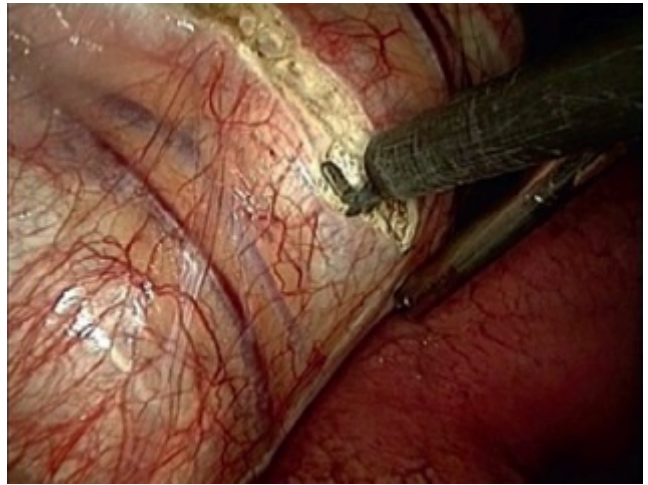


Fig. 20.5

Ouverture de la plèvre pariétale sur chacun des disques et exposition du disque.



Fig. 20.6

Résection du matériel discal avec les différentes pinces à disque de taille et d'angulation adaptées.

scope est changé de port pour vérifier que l'excision discale est complète (fig. 20.7). Un mur de sécurité est ménagé à la partie postérieure pour protéger la moelle épinière. Une compresse est ensuite tassée dans l'espace discal pour limiter le saignement.

Les autres disques sont ensuite réséqués. Pour passer les instruments, on choisit le port situé dans l'axe du disque. Le thoracoscope est passé dans le trocart immédiatement adjacent et le troisième trocart reçoit l'aspiration.

L'arthrodèse est réalisée avec des substituts osseux ou des greffons prélevés sur la crête iliaque, sur les têtes de côte ou sur la côte située au niveau de l'abord du premier port. Nous utilisons actuellement un substitut osseux en pâte, facile à mettre

**Fig. 20.7****Fin de la discectomie.**

en place et non agressif pour la moelle en cas d'ouverture du canal vertébral. Une compresse de Surgicel® vient recouvrir chaque espace discal et la plèvre est si possible refermée.

Fermeture

Après lavage soigneux et vérification de l'hémostase, le poumon est regonflé et son retour à la paroi est vérifié par thoracoscopie. Les incisions sont fermées sur un simple drain de Redon en aspiration modérée, et tunnelisé par le port inférieur. Le set de drainage pleural est inutile en l'absence de brèche pulmonaire. Le contrôle radiographique montre le plus souvent le retour immédiat du poumon à la paroi.

Conclusion

La thoracoscopie nécessite un apprentissage des techniques de vidéo-chirurgie. La courbe d'apprentissage n'est pas longue dès lors que l'on est familier de la discectomie réalisée par thoracotomie.

Bibliographie

- Betz RR, Harms J, Clements DH, et al. Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24 : 225–39.
- Clement JL, Chau E, Vallade MJ, et al. Simultaneous translation on two rods is an effective method for correction of hypokyphosis in AIS : radiographic results of 24 hypokyphosis thoracic scoliosis with 2 years minimum follow-up. *Eur spine J* 2011; 20 : 1149–56.
- Ferrero E, Pesenti S, Blondel B, et al. Role of thoracoscopy for the sagittal correction of hypokyphotic adolescent idiopathic scoliosis patients. *Eur Spine J* 2014; 23 : 2635–42.
- Longis PM, Odro G, Passuti N, et al. Does thoracoscopic anterior release of rigid idiopathic scoliosis associated with correction by posterior instrumentation result in better long-term frontal and sagittal. *Orthopaedics traumatology* 2011; 97 : 734–40.
- Luhmann SJ, Lenke LG, Kim YJ, et al. Thoracic adolescent idiopathic curves between 70 and 100°. Is anterior release necessary? *Spine* 2005; 18 : 2061–7.
- Mack MJ, Regan JL, Bobechko WP, et al. Application of thoracoscopy for diseases of the spine. *Ann Thorac surgery* 1993; 56 : 736–8.
- Reddi V, Clarke DV, Arlet V. Anterior thoracoscopic instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis. A systematic review. *Spine* 2008; 18 : 1986–94.
- Regan JJ, Mack MJ, Picetti 3rd. GD. A technical report on video-assisted thoracoscopy in thoracic spinal surgery. Preliminary description. *Spine* 1995; 20 : 831–7.
- Rhee JM, Bridwell KH, Won DS, et al. Sagittal plane analysis of adolescent idiopathic scoliosis : the effect of anterior versus posterior instrumentation. *Spine* 2002; 27 : 2350–6.
- Sucato DJ, Agrawal S, O'Brien MF, et al. Restoration of thoracic kyphosis after operative treatment of adolescent idiopathic scoliosis : a multicenter comparison of three surgical approaches. *Spine* 2008; 24 : 2630–6.
- Suk SI, Kim JH, Cho KJ, et al. Is anterior release necessary in severe scoliosis treated by posterior segmental pedicle screw fixation? *Eur spine J* 2007; 16 : 1359–65.

Chirurgie cosmétique (gibbectomie)

J. Lechevallier, J. Leroux

PLAN DU CHAPITRE

Indications opératoires	144
Technique opératoire	144
Résultats	146

Bien que la chirurgie de la scoliose soit avant tout une chirurgie à caractère fonctionnel, l'évolution des techniques opératoires et la qualité des corrections obtenues ont un retentissement de plus en plus important sur la morphologie des patients. De ce fait, les ambitions des chirurgiens, mais aussi les attentes des patients, se sont élargies vers la recherche du meilleur résultat esthétique possible. C'est ainsi que les techniques de gibbectomie se sont développées.

Indications opératoires

Compte tenu des résultats obtenus et de la morbidité propre à cette intervention, il nous est apparu raisonnable d'en limiter les indications :

- aux patients demandeurs d'un bénéfice esthétique supplémentaire;
- aux gibbosités angulaires des scolioses thoraciques ou thoraco-lombaires idiopathiques ou quand leur amplitude préopératoire est supérieure à 4 cm ou 15°;
- en l'absence de retentissement respiratoire significatif (capacité vitale supérieure à 70 % de la valeur théorique).

Technique opératoire

La gibbectomie constitue le dernier temps opératoire de l'arthrodèse vertébrale postérieure. On a néanmoins préalablement, avant l'incision cutanée, dessiné les limites de la zone prévue pour la réalisation de la gibbectomie et inclus cette zone dans le champ opératoire. L'opérateur se place du côté opposé à la gibbosité. On incise au bistouri électrique le plan qui sépare le trapèze et le grand dorsal, en surface du longissimus thoracique en profondeur (fig. 21.1).

On commence par prélever la côte la plus saillante, en incisant longitudinalement son périoste postérieur au bistouri électrique. La côte est dégagée largement, jusqu'à une dizaine de centimètres de la ligne médiane en dehors, et en dedans aussi près que possible des processus transverses en désinsérant les fibres du longissimus au bistouri électrique. On rugine ensuite la côte de façon circonférentielle en veillant à ne pas faire de brèche périostée, pour réduire le risque de brèche pleurale au minimum.

L'ostéotomie latérale de la côte est réalisée en premier, au costotome. Le fragment proximal de la côte est saisi par un davier afin de le soulever progressivement

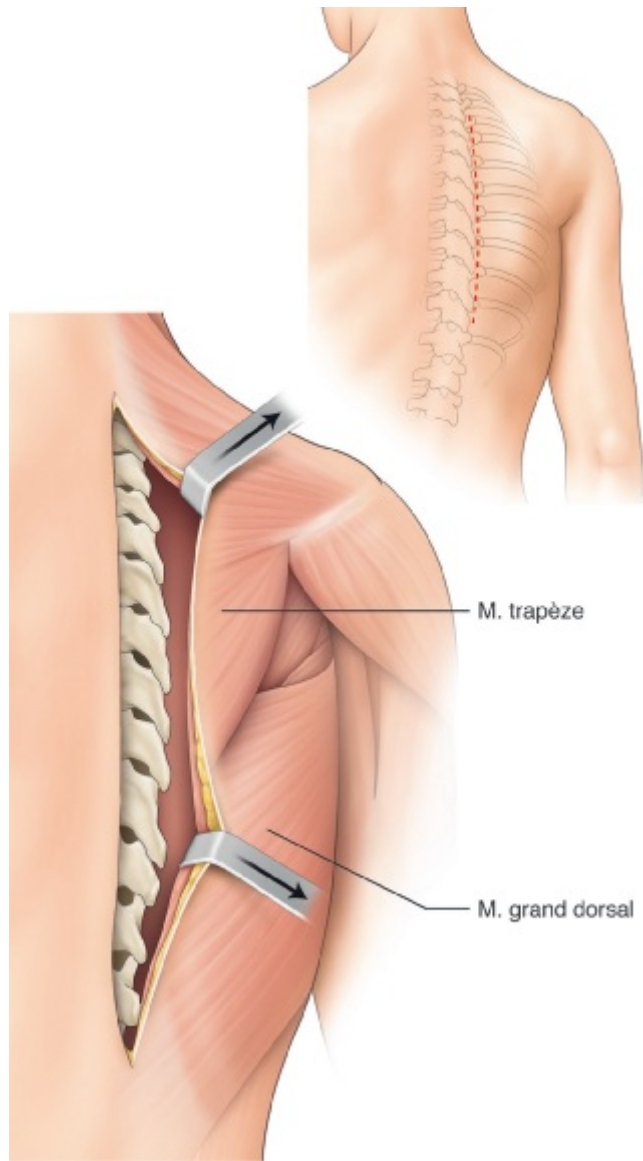


Fig. 21.1

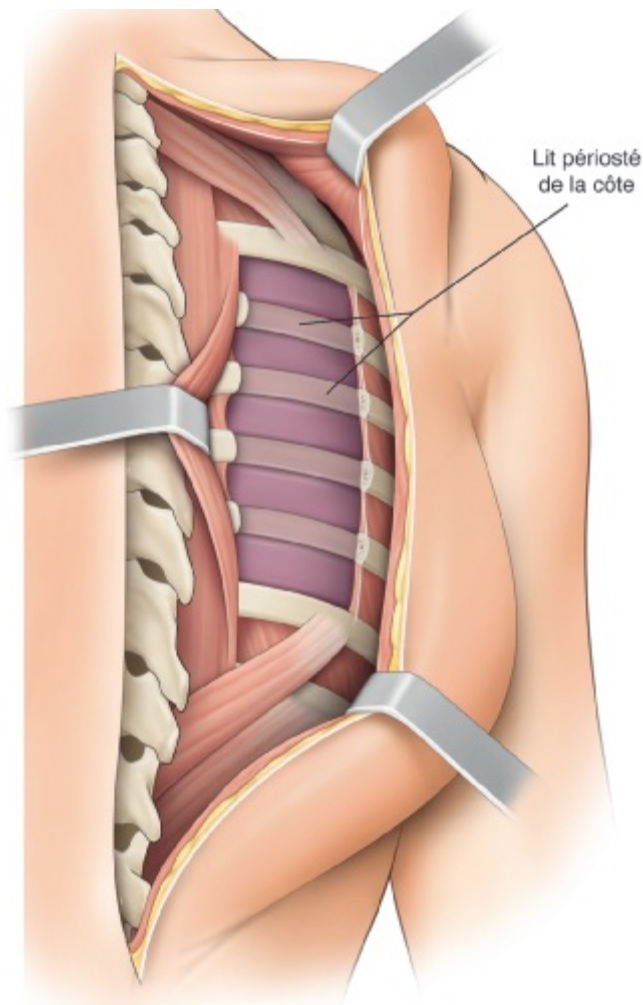
Exposition de la gibbosité.

L'aide soulève le plan superficiel et l'on passe latéralement sous le muscle ilio-costal de sorte que l'on a une vision directe sur le grill costal en dehors du longissimus thoracique.

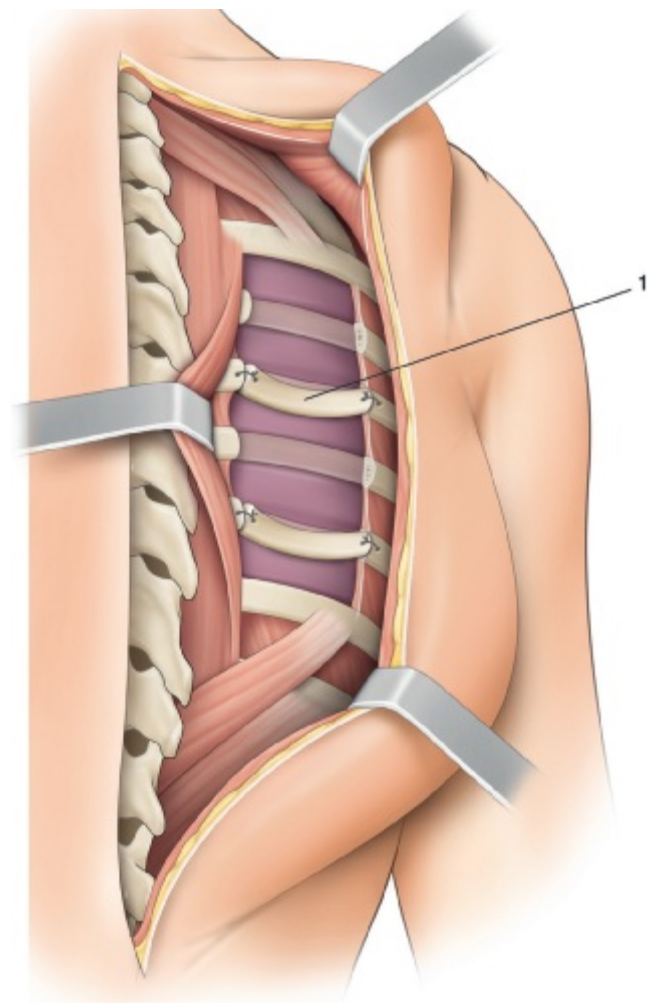
pour achever d'en ruginer la circonférence la plus proche possible de la médiane. L'ostéotomie médiale est alors réalisée, et le fragment costal retiré. Quelques hémostases complémentaires peuvent être nécessaires à la fin de cette étape.

Selon l'amplitude et l'étendue de la gibbosité, la même procédure peut être reproduite sur quatre côtes au minimum et six au maximum (fig. 21.2).

Nous reconstruisons une côte sur deux avec l'un des segments prélevés et en le repositionnant après lui avoir fait

**Fig. 21.2**

Volet réalisé après résection des arcs postérieurs de quatre côtes.
Les moignons costaux doivent être le plus court possible.

**Fig. 21.3**

Reconstitution des arcs postérieurs par retournement.

Les moignons costaux doivent être le plus court possible.

1. Arc postérieur costal réséqué et repositionné après rotation axiale de 180°. Fixation par fil résorbable transosseux.

pratiquer une rotation de 180° sur son grand axe (fig. 21.3). Il est ostéosuturé sur les moignons costaux avec un fil tressé non résorbable passé dans des tunnels transosseux réalisés à la mèche de 2 mm. Le périoste et la plèvre sont protégés par une lame malléable. Cette manœuvre permet de préserver en partie la continuité de la paroi thoracique postérieure et pérennise un résultat immédiat sur la correction de la gibbosité.

Les fragments costaux non utilisés sont broyés et fournissent le matériel utile à renforcer la greffe vertébrale.

Il n'est pas nécessaire de reconstituer le périoste postérieur de la côte. Celui-ci assure une reconstruction costale en 6 mois. Un drain de Redon aspiratif est positionné dans le décollement.

Les soins postopératoires consistent en un contrôle radiographique quotidien s'assurant de l'absence d'épan-

chement pleural d'abondance. Une rééducation respiratoire est prescrite pour une durée de 1 mois postopératoire.



Recommandation

Il est très important de dégager la côte le plus près possible de la ligne médiane afin que le moignon laissé ne soit pas trop saillant sous les masses musculaires. De même, l'entretoise réalisée par le fragment costal repositionné doit être de longueur égale ou supérieure au segment qui a été retiré. Si cette précaution n'est pas prise, le thorax perd de la largeur et adopte un aspect de « coup de hache » latéral.



Fig. 21.4

Correction d'une gibbosité thoracique droite : préopératoire (a) et postopératoire (b).

Résultats

- Morbidité : il est habituel d'observer un épanchement de faible abondance correspondant à un exsudat. Si le nombre de côtes réséquées est excessif, cet épanchement devient trop abondant et il peut être nécessaire de réaliser une ponction évacuatrice voire de mettre en place un drain thoracique. De façon exceptionnelle, on a pu aussi observer un hématome sous-cutané postérieur devant être drainé.
- Bénéfice esthétique : la correction obtenue sur la gibbosité est constamment supérieure à 50 %. Elle peut atteindre 90 % (fig. 21.4). Il persiste néanmoins presque toujours un aspect angulaire des zones de résection costale en antéflexion du tronc. Quand la gibbosité est très étendue en hauteur, les côtes qui ont été respectées au-dessus (sous l'omoplate) et au-dessous réalisent un relief quelquefois

disgracieux. Il est alors possible de réaliser une gibbectomie complémentaire 1 an après la première opération pour corriger les défauts résiduels.

- Retentissement respiratoire : la fonction respiratoire apparaît réduite jusqu'à 30 % au cours du premier trimestre postopératoire et se normalise ensuite, dans un délai maximum de 2 ans.

Bibliographie

- Chunguang Z, Yueming S, Limin L, et al. convex short length rib resection in thoracic adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2011; 31(7) : 757–63.
- Lenke LG, Bridwell KH, Blanke K, et al. Analysis of pulmonary function and chest cage dimension changes after thoracoplasty in idiopathic scoliosis. *Spine* 1995; 12 : 1343–50.

Ostéotomies vertébrales par voie postérieure

D. Chopin, J. Sales de Gauzy

PLAN DU CHAPITRE

Bilan préopératoire	150	Ostéotomie	152
Anesthésie	150	Fermeture de l'ostéotomie	154
Monitoring	150	Contrôle peropératoire	155
Positionnement du patient	150	Fin d'intervention	155
Ostéotomie de la colonne postérieure (Smith-Petersen, Ponte)	151	Résection vertébrale segmentaire (RVS)	155
Abord et instrumentation	151	Abord et mise en place des implants	155
Ostéotomie	151	Ostéotomie	156
Ostéotomie transpédiculaire	152	Correction	157
Technique opératoire	152	Fermeture	158
Abord et mise en place des implants	152		



Points clés

- Positionnement du patient.
- Contrôle du saignement.
- Surveillance neurologique peropératoire continue sensitive et motrice.

Les ostéotomies vertébrales sont indiquées pour la correction des déformations raides ou fixées par des synostoses, d'anciennes greffes ou des malformations. Leur objectif est d'améliorer la correction et de restaurer les équilibres coronal et sagittal.

Trois grands types d'ostéotomies ont été décrits :

- ostéotomies de Smith-Petersen et de Ponte : ce sont des ostéotomies isolées de la colonne postérieure, transarticulaires entre deux pédicules adjacents. Elles nécessitent la persistance d'un disque mobile;
- ostéotomie transpédiculaire : à l'ostéotomie postérieure, sont associées une résection des pédicules et une ostéotomie en coin du corps vertébral laissant une charnière à la partie antérieure du corps vertébral;
- résection vertébrale segmentaire ou RVS (*vertebral column resection* ou VCR des Anglo-Saxons) : elle correspond à l'ablation complète d'une vertèbre et des disques adjacents.

Ces interventions nécessitent des équipes chirurgicales (idéalement deux chirurgiens seniors pour les gestes les plus importants) et anesthésique rompues à ce type de chirurgie.

Bilan préopératoire

« Ceux qui ont un plan font mieux que ceux qui n'en ont pas... même s'ils ne le suivent pas. »

W. Churchill

Cette chirurgie majeure comporte des risques neurologiques et généraux. Le bilan préopératoire doit être exhaustif :

- bilan général notamment cardiorespiratoire et nutritionnel évalué avec les anesthésistes et les pédiatres;
- bilan neurologique et potentiels évoqués moteur et sensitif préopératoires qui serviront de référence pendant l'intervention;
- bilan d'imagerie du rachis complet :
 - radiographies grand format de face et de profil (idéalement par imagerie EOS®);
 - analyse radiographique de la flexibilité : *bending*, traction;

- analyse anatomique précise par scanner avec reconstruction 3D (taille des pédicules, synostoses, anciennes greffes et pseudarthroses éventuelles, malformations osseuses);

- IRM à la recherche de malformations médullaires et pour déterminer la position de la moelle.

Ce bilan permet d'établir la planification préopératoire et de déterminer la stratégie chirurgicale :

- niveaux et nombre d'ostéotomies;
- choix du type d'ostéotomie;
- étendue et niveaux d'instrumentation.

Anesthésie

Le saignement peut être abondant. Il est nécessaire d'avoir des voies veineuses suffisantes ainsi qu'une ligne artérielle de contrôle de pression.

Durant l'intervention, la pression sanguine artérielle doit être stable avec une moyenne de 80–90 mmHg pour assurer une bonne perfusion médullaire.

La récupération du sang par *cell-saver* et l'usage d'antifibrinolytiques (acide tranexamique) sont systématiques.

Les facteurs de coagulation doivent être contrôlés et les pertes sanguines doivent être remplacées.

Monitoring

La surveillance neurologique par potentiels évoqués somesthésiques et moteurs doit être continue. L'enregistrement aux membres inférieurs et aux membres supérieurs permet d'avoir un élément de comparaison.

Positionnement du patient

L'intervention est susceptible d'être longue. Le bon positionnement du patient est primordial.

La table opératoire doit être radio-transparente au niveau du secteur rachidien afin de permettre les contrôles peropératoires.

Le patient est positionné en décubitus ventral en léger Trendelenburg inversé.

La tête est maintenue dans l'axe par un étrier de Gardner ou un halo. Il est indispensable d'éviter toute pression sur les globes oculaires.

Les épaules et les coudes sont à 90° de flexion. Il faut éviter l'hyperextension des épaules.

Les zones d'appui sont rembourrées. L'abdomen doit rester libre pour limiter le saignement épidural.

Les membres inférieurs sont en extension, avec la possibilité de modification en cours d'intervention par le personnel de salle.

Ostéotomie de la colonne postérieure (Smith-Petersen, Ponte)

L'ostéotomie concerne uniquement la colonne postérieure et nécessite donc la présence d'un disque mobile pour la correction.

Elle consiste en une résection bilatérale des articulaires, symétrique pour les cyphoses, asymétrique pour les cyphoscolioses et les lordoscolioses.

Chaque niveau d'ostéotomie doit être instrumenté.

La charnière de mobilisation se situe au niveau de la partie postérieure du disque.

L'ostéotomie est généralement réalisée à plusieurs niveaux. Elle permet une correction moyenne de 5 à 10° par niveau.

Abord et instrumentation

La colonne postérieure est exposée sur l'ensemble de la zone à instrumenter.

Les pédicules sont identifiés à tous les niveaux où seront réalisées les ostéotomies. La mise en place des vis pédiculaires est réalisée, aidée par l'analyse 3D préopératoire selon la technique habituelle de l'opérateur : « main levée », PediGuard®, fluoro-navigation ou O-arm®. En cas de difficulté pour identifier la position des pédicules, on peut commencer par l'ouverture du canal permettant de repérer la partie interne et supérieure du pédicule.

Ostéotomie (fig. 22.1 et 22.2)

En raison de la continuité de la colonne antérieure assurée par les disques, ce geste n'entraîne pas d'instabilité peropératoire et ne nécessite donc pas de stabilisation par instrumentation provisoire.

Les vis pédiculaires servent de repère pour le niveau des ostéotomies situées entre deux pédicules.

L'ostéotomie est réalisée successivement par :

- ablation des processus épineux;
- résection des articulaires inférieures avec un ciseau gouge de Capener;

- ouverture du ligament jaune sur la ligne médiane avec une pince gouge. Le passage d'une spatule mousse endocanalaire vérifie l'absence d'adhérence de la dure-mère;
- de chaque côté, avec une pince Kerrison oblique fine, section du ligament jaune en se dirigeant vers le trou de conjugaison (trajet oblique en haut et en dehors en raison de l'obliquité des lames). Repérage du trou de conjugaison avec une spatule mousse coudée et résection des articulaires jusqu'à ouverture complète du foramen.

On vérifie ensuite avec une pince distractante la réalisation complète de chaque ostéotomie. La correction est effectuée selon la stratégie choisie.

La réalisation de plusieurs ostéotomies étagées permet une correction harmonieuse.

En l'absence d'instrumentation à chaque niveau d'ostéotomie, la mobilisation ne se fait qu'à un ou deux niveaux faisant perdre l'intérêt des ostéotomies multiples en importance et répartition de la correction.

La place est large dans les cyphoses, en revanche dans les scolioses la moelle est plaquée dans la concavité. Dans les cyphoscolioses sévères avec hyperrotation le massif articulaire concave est antérieur et l'ostéotomie doit être réalisée dans un plan parallèle au plan de la table. Après repérage canalaire et intertransversaire en dehors du foramen, l'ostéotomie est faite avec une petite fraise et une turbine à haute vitesse ou par un ostéotome ultrasonique. L'ostéotomie convexe est de réalisation plus aisée.

La présence d'une ancienne greffe rend plus difficile le repérage anatomique. La persistance de moignons

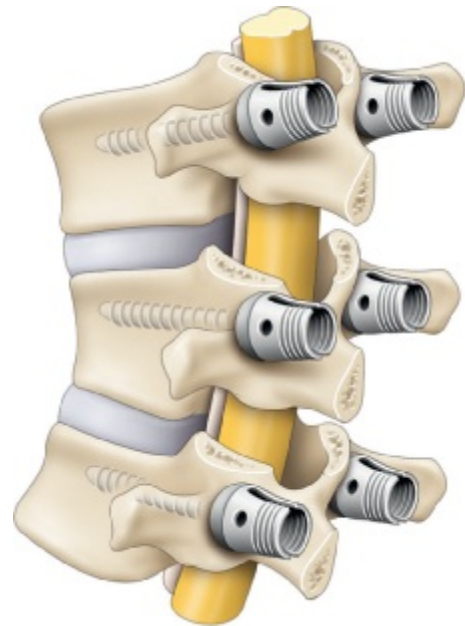


Fig. 22.1

Ostéotomie postérieure.

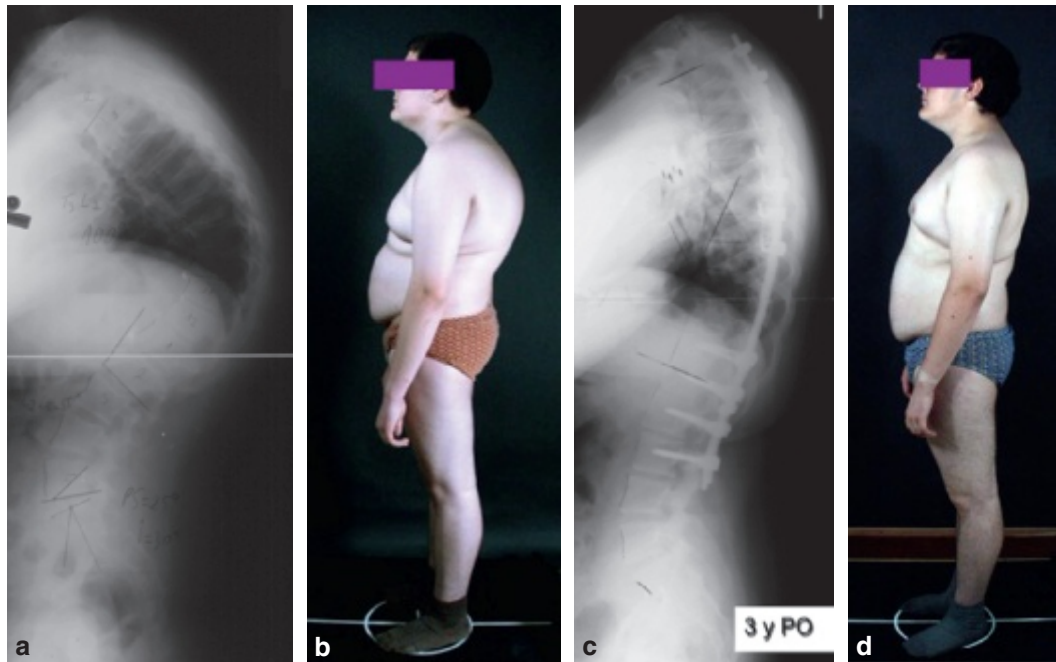


Fig. 22.2

Cyphose thoracique raide, correction par ostéotomies postérieures étagées.

de transverse d'une ancienne instrumentation peut aider. La navigation peropératoire trouve ici tout son intérêt.

Après ouverture canalaire et identification de la position de la dure-mère, la masse d'os peut être sectionnée à la fraise avec une turbine à haute vitesse ou par un ostéotome ultrasonique.

Ostéotomie transpédiculaire

Elle consiste en une résection en coin d'une vertèbre. Elle intéresse la colonne antérieure et postérieure d'une même vertèbre en respectant la corticale antérieure du corps vertébral. La charnière se situe au niveau de la corticale antérieure du corps vertébral (fig. 22.3).

Techniquement plus difficile que l'ostéotomie interpédiculaire, elle permet d'obtenir des corrections importantes de déséquilibres majeurs dans les plans coronal et sagittal.

Elle est associée à un risque relativement élevé de complications dont le patient doit être informé.

Technique opératoire

Abord et mise en place des implants

La colonne postérieure est exposée sur l'ensemble de la zone à instrumenter. Il est important de préserver à la partie supérieure le processus épineux et le ligament interépineux.

L'ensemble des implants est mis en place avant de débiter l'ostéotomie. La préférence va à la fixation par vis pédiculaires sur l'étendue de la zone en instrumentant impérativement les vertèbres adjacentes à la zone d'ostéotomie.

Si des crochets sont utilisés sur une ancienne masse de fusion, ils doivent être intracanaux et non pas dans l'épaisseur de la masse de fusion.

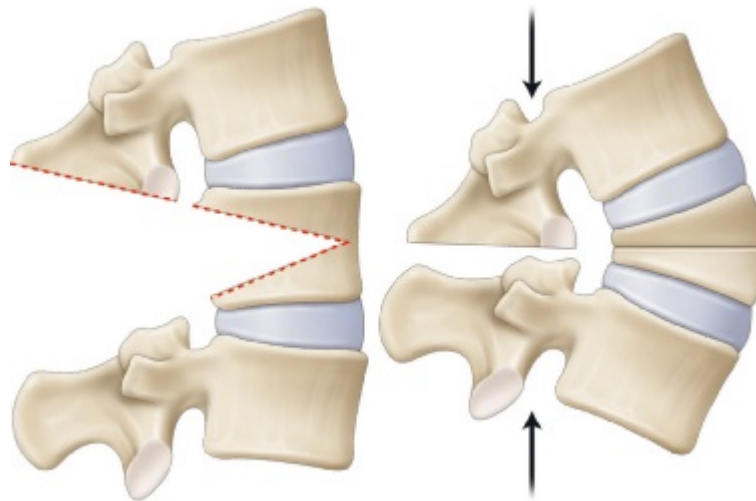
Si une fixation pelvienne est réalisée, elle inclut une fixation iliaque bilatérale.

La bonne position des implants est vérifiée par imagerie (amplificateur de brillance, radiographie, O-arm®) avant de débiter l'ostéotomie.

Ostéotomie

Elle comporte plusieurs temps successifs :

- ostéotomie transisthmique sus- et sous-jacente à la vertèbre prévue pour l'OTP ;
- laminectomie partielle inférieure de la vertèbre sus-jacente et supérieure de la vertèbre sous-jacente en V avec résection oblique vers le canal ;
- résection de l'isthme et agrandissement du toit du foramen pour éviter tout conflit avec la racine émergente sus-jacente ;
- résection articulaire bilatérale ;
- laminectomie complète de la vertèbre ostéotomisée et ablation du ligament jaune ;

**Fig. 22.3****Ostéotomie transpédiculaire.**

- les deux pédicules sont isolés;
- mobilisation à la spatule mousse des racines correspondantes qui longent les pédicules sur les faces interne et inférieure;
- section des apophyses transverses à l'aide d'une pince coupante;
- chaque pédicule est évidé avec une curette ou une fraise. La racine sus-jacente est loin du pédicule, en revanche la racine homologue doit être écartée avec précaution, et protégée par un écarteur à racine;
- au niveau médullaire tout écartement du fourreau dural est proscrit;
- le pédicule est réséqué jusqu'à sa base avec une pince gouge. La base est sectionnée avec un ostéotome en L ou une gouge de Guillaume;
- la face latérale du corps vertébral est exposée. Une petite rugine de Cobb est passée le long de la face latérale du corps vertébral en sous-périosté, en restant bien au contact de l'os pour ne pas léser les vaisseaux segmentaires, la racine émergente sus-jacente et le sympathique;
- une compresse dépliée est poussée dans l'espace décollé, et des écarteurs spéciaux sont placés de chaque côté jusqu'à la partie antérieure du corps vertébral;
- l'évidement du corps spongieux est réalisé avec une curette et une grosse pince à disque;
- la face latérale du corps vertébral est réséquée avec un ostéotome ou une pince gouge selon un trajet oblique pour enlever un coin à base postérieure.

Une erreur fréquente est la résection insuffisante, avec le sommet de l'angle sur la face latérale du corps et non à sa partie tout antérieure, ce qui empêche sa fermeture.

Un contrôle fluoroscopique permet de vérifier l'importance et la profondeur de la résection avec deux ciseaux.

Ces gestes sont réalisés d'un côté puis de l'autre avec tamponnement du premier côté pour assurer l'hémostase.

On complète l'évidement du corps vertébral de façon symétrique avec des curettes et des pinces à disque, de dehors en dedans en ne laissant que la corticale postérieure.

Une tige provisoire est placée du côté opposé à la zone de travail pour éviter toute mobilisation prématurée et le risque de translation.

Lorsqu'il ne reste plus que la corticale postérieure, l'espace épidual est libéré prudemment avec une spatule courbe ou angulée mousse pour prévenir toute brèche durale antérieure. Le saignement épidual est contrôlé à l'aide d'une coagulation bipolaire ou d'un tamponnement avec des agents hémostatiques.

La corticale postérieure peut alors être poussée avec une curette inversée ou une spatule spéciale angulée, munie d'un ergot pour éviter sa translation du côté opposé lors de l'impaction.

Le fragment cortical est enlevé avec une pince à disque.

La résection et l'orientation de l'ostéotomie sont symétriques, ou asymétriques selon que l'on cherche une correction purement sagittale ou combinée, frontale et sagittale. Il faut garder à l'esprit qu'en cas de cyphoscoliose, le corps vertébral se place par rotation du côté convexe.

Le temps d'ostéotomie peut être assez hémorragique. Il nécessite un suivi attentif de la part de l'anesthésiste et des compensations adéquates en cas de saignement important. La fermeture de l'ostéotomie participe au contrôle du saignement.

Fermeture de l'ostéotomie

La tige temporaire est relâchée mais laissée en place. Elle sert de guide pendant les manœuvres de réduction.

Plusieurs méthodes sont possibles :

- réduction par manœuvres externes : la correction s'effectue par une fermeture postérieure de la table opératoire et la mise en place de coussins sous les genoux du patient par le personnel de bloc;
- réduction par manœuvres instrumentales :
 - fixation de deux tiges coudées sur les prises inférieures. Correction par translation en introduisant les tiges dans les prises supérieures (fig. 22.4);

- mise en place d'une tige supérieure et d'une tige inférieure et connexion par un domino. S'il existe un déséquilibre frontal, cette manœuvre est réalisée du côté opposé au déséquilibre et permet la correction des deux plans. Elle nécessite souvent l'ablation de la vis pédiculaire de la vertèbre sus-jacente du côté du domino pour permettre la compression. La tige opposée stabilise la correction avec toutes les vis (fig. 22.5);
- compression bilatérale sur deux courtes tiges entre les vis sus- et sous-jacentes à l'ostéotomie. L'instrumentation est complétée par des tiges longues passant au-dessus des deux tiges courtes. Ce montage

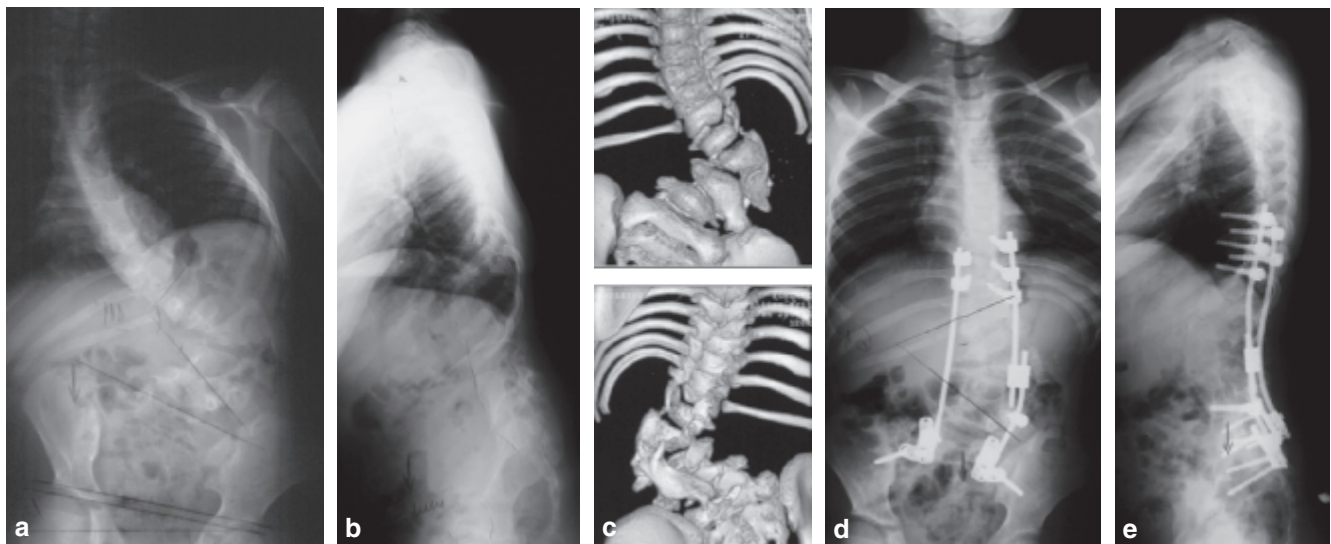


Fig. 22.4

Scoliose malformative : correction par ostéotomie transpédiculaire.

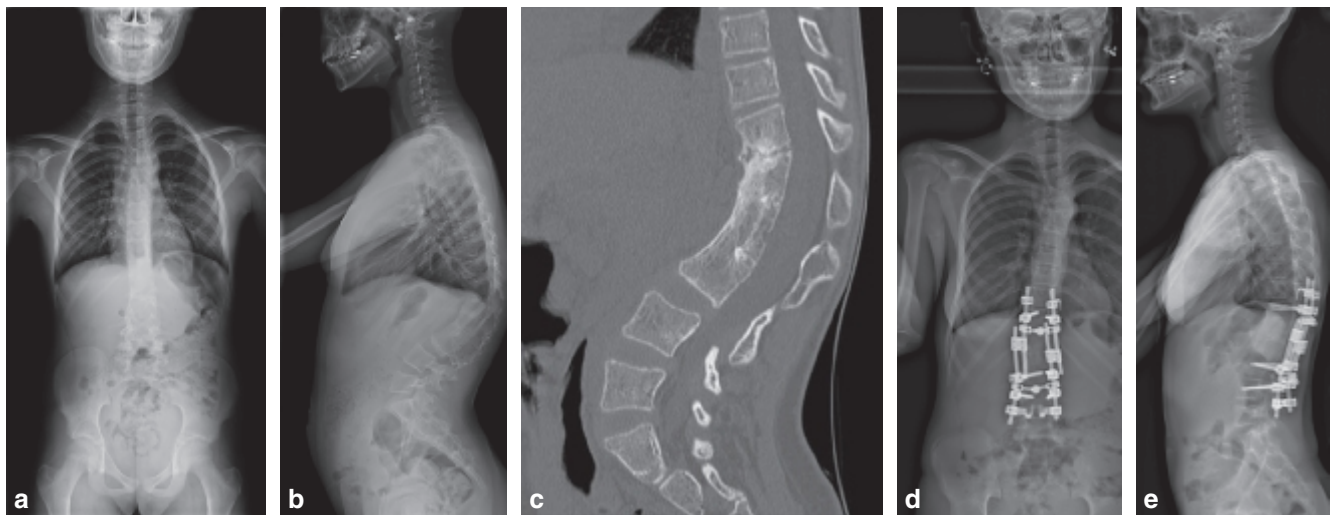


Fig. 22.5

Cyphose malformative : correction par ostéotomie transpédiculaire et correction par stratégie des dominos.

diminuerait le risque de rupture de tige secondaire, mais nécessite un os vertébral de bonne qualité.

Pour augmenter la correction, on peut réaliser une résection du plateau supérieur de la vertèbre et du disque sus-jacent ou du plateau inférieur de la vertèbre et du disque sous-jacent. Ces techniques permettent d'augmenter l'angle de résection et donc la correction, mais elles ont l'inconvénient d'augmenter le raccourcissement postérieur avec un risque de plicature durale.

Pour éviter une plicature trop importante, on peut utiliser la technique d'ouverture-fermeture. L'ostéotomie est complétée en avant par la section de la corticale vertébrale antérieure. Une cage est placée en avant à la partie antérieure du corps. La fermeture est ensuite réalisée en arrière. Ainsi la charnière de fermeture se situe à la partie postérieure du corps vertébral. Ceci permet une correction plus importante sans modification de longueur de l'axe médullaire. La cage présente en outre l'avantage d'assurer une stabilité antéro-postérieure.

Contrôle peropératoire

Avant la fermeture, la liberté canalaire est vérifiée en réalisant notamment une résection oblique de la lame plus étendue sur la partie médiane en cas de plicature du sac dural, et au niveau du foramen.

La liberté radiculaire (deux racines dans un même « néo-foramen ») est vérifiée pendant les manœuvres.

Si la fermeture est difficile, c'est que la résection du corps vertébral ne va pas suffisamment en avant.

Par un contrôle scopique de profil, on vérifie que la correction correspond à l'angle souhaité. On vérifie également l'absence de subluxation dont la présence doit être corrigée. Le contrôle de la correction frontale nécessite un grand cliché de T1 jusqu'aux toits des cotyles.

Une modification des potentiels évoqués sensitifs et moteurs doit faire rechercher une compression ou une translation nécessitant un geste correctif immédiat. Sinon, la correction est diminuée jusqu'à réapparition d'un monitoring normal. Dans le doute, un test de réveil est réalisé. Le monitoring doit être poursuivi jusqu'en fin d'intervention.

Tous ces éléments étant satisfaisants, la seconde tige est mise en place.

Fin d'intervention

Les greffons provenant des ostéotomies sont apposés sur le lit vertébral avivé sur l'étendue de la zone instrumentée.

La fermeture se fait plan par plan sur un drain de Redon sous-cutané dont l'extrémité est placée en profondeur.

Résection vertébrale segmentaire (RVS)

Elle est pratiquée pour les déformations sévères fixées de la colonne vertébrale. La résection complète des deux colonnes a d'abord été réalisée par deux voies séparées : antérieure et postérieure.

Le développement des techniques par voie postérieure unique a montré plusieurs avantages : diminution de la durée globale d'intervention et des pertes sanguines, stabilité, contrôle en un temps de la mobilisation, amélioration de correction, contrôle de la moelle pendant toute la durée de l'intervention.

La RVS permet des améliorations importantes de situations extrêmes. Mais c'est une technique exigeante grevée d'un taux de complications élevé, notamment sur le plan neurologique dans certaines séries.

Les recommandations périopératoires sont indispensables : importance du positionnement opératoire, contrôle du saignement en maintenant impérativement une tension artérielle (TA) stable à 80 mmHg puis supérieure à 80 mmHg au moment de la correction.

L'évaluation et la préparation préopératoire (halo traction, respiratoire, nutritionnelle) sont essentielles.

Le neuro-monitoring sensitif et moteur est impératif. En cas de souffrance médullaire préopératoire, l'interprétation peropératoire peut en être difficile, de même que les conditions de réalisation d'un test de réveil peropératoire. Ces points doivent être précisés au patient et à la famille avant la décision opératoire.

Abord et mise en place des implants

Après l'exposition de la colonne postérieure, le premier temps est la mise en place des vis pédiculaires avant toute ostéotomie en incluant les niveaux sus- et sous-jacents à la résection.

L'importance des déformations, l'existence de malformations ou d'une ancienne greffe peuvent rendre cette phase longue et délicate. En cas de difficulté pour positionner les vis pédiculaires à main levée, on peut s'aider d'autres éléments techniques : reconstruction 3D, PediGuard®, navigation, contrôle direct par fenestration. On termine par la vérification par imagerie de la bonne position des vis.

En fonction de la durée et du saignement de cette première phase, et après avoir fait le point avec l'anesthésiste, on décide soit de poursuivre l'intervention, soit de fermer avec le matériel en place et de programmer la résection quelques jours plus tard.

Ostéotomie

Un premier temps d'ostéotomies postérieures est réalisé à plusieurs niveaux autour de l'apex (fig. 22.6).

Une fixation provisoire permet de maintenir une stabilité, une tige provisoire est fixée sur deux à trois niveaux sus- et sous-jacents du côté opposé à la zone de travail (fig. 22.7). Une fixation bilatérale est préférable dans les cyphoses angulaires.

Puis l'ostéotomie est réalisée avec :

- costo-transversectomie bilatérale;
- dissection sous-périostée et section de la côte à environ 5 cm de la vertèbre. La dissection est poussée jusqu'à la tête de la côte avec une rugine et un bistouri électrique, puis la côte est libérée du corps vertébral. Elle est idéalement enlevée d'une pièce, mais la tête de la côte peut rester attachée au corps vertébral;
- laminectomie étendue, depuis le niveau supérieur du pédicule de la vertèbre sous-jacente jusqu'au niveau inférieur du pédicule de la vertèbre sus-jacente, à la zone de vertèbrectomie;
- résection des pédicules. Il est préférable de commencer par la résection du pédicule concave pour ne pas subir le saignement du côté convexe. Le pédicule se situe dans un plan transversal en raison de la rotation. Il est délicatement libéré du fourreau dural en proscrivant toute manœuvre d'écartement de la moelle. Le pédicule est généralement dense, l'utilisation prudente d'une fraise à haute vitesse facilite son ablation;
- du côté convexe, le nerf intercostal est repéré. Sa section entre deux ligatures proches du sac dural facilite la réalisation de la corporectomie. Elle doit être réalisée après un test de clampage de 5 à 10 min sans modification du neuro-monitoring médullaire. La racine concave peut être préservée. Aux niveaux lombaire et thoraco-lombaire, les racines doivent être préservées;
- le pédicule est évidé à la curette ou à la fraise et réséqué à la jonction avec le corps vertébral;
- la partie latérale du corps vertébral est ruginée en sous-périostée et une lame malléable protège les structures vasculaires et les viscères adjacents. L'évidement du corps vertébral est poursuivi avec une curette ou une fraise. L'ablation est poursuivie de façon totale ou subtotale en conservant la continuité antérieure du corps vertébral aminci qui va s'écrouler. Dans les cyphoscolioses, le corps vertébral hyper-roté se situe entièrement du côté convexe, le geste concave se limite à la résection du pédicule;
- les disques sus- et sous-jacents sont excisés et les plateaux des vertèbres adjacentes sont curetés, mais préservés pour servir d'appui à une cage intercorporelle;
- le sac dural est libéré prudemment de façon circonferentielle;

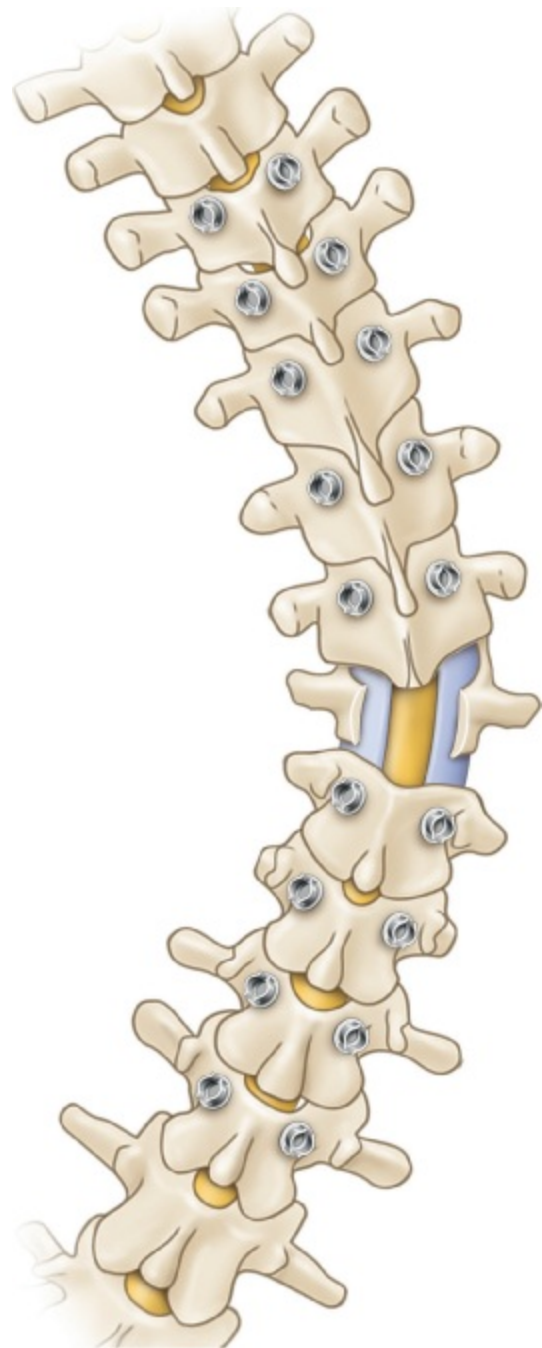


Fig. 22.6

Résection vertébrale segmentaire : ostéotomie postérieure.

- la partie postérieure du corps vertébral juxtacanalair est alors effondrée avec une curette inversée ou un impacteur spécial (fig. 22.8);
- la vertèbrectomie est alors complète et toute proéminence osseuse ou ostéophytique, susceptible de comprimer le sac dural doit être enlevée. Le sac dural doit être parfaitement libre.

Correction (fig. 22.9 et 22.10)

Une cage remplie de greffons osseux est placée dans l'espace corporel. Elle a un rôle pour la fusion et pour stabiliser la réduction.

La correction est réalisée avec une alternance de compression convexe et de distraction concave sur les tiges.

Dans les cyphoscolioses, la réduction est débutée par la fermeture convexe avec déverrouillage de la tige concave laissée solidaire.

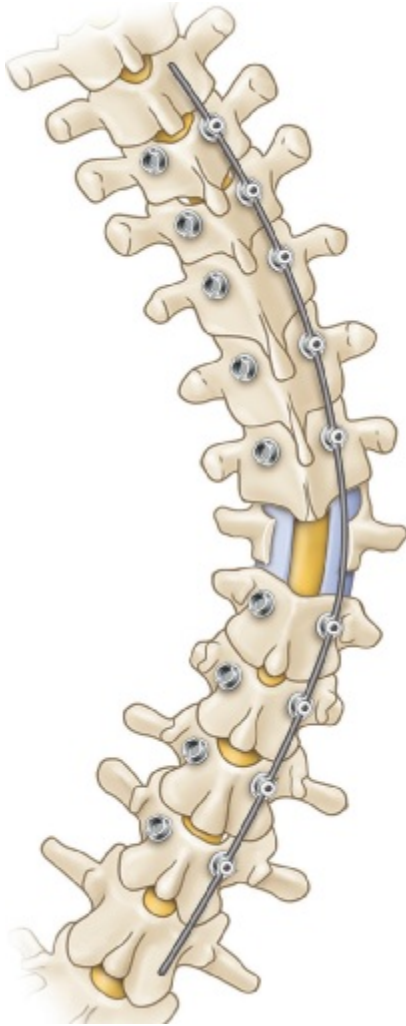


Fig. 22.7

Résection vertébrale segmentaire : tige temporaire.

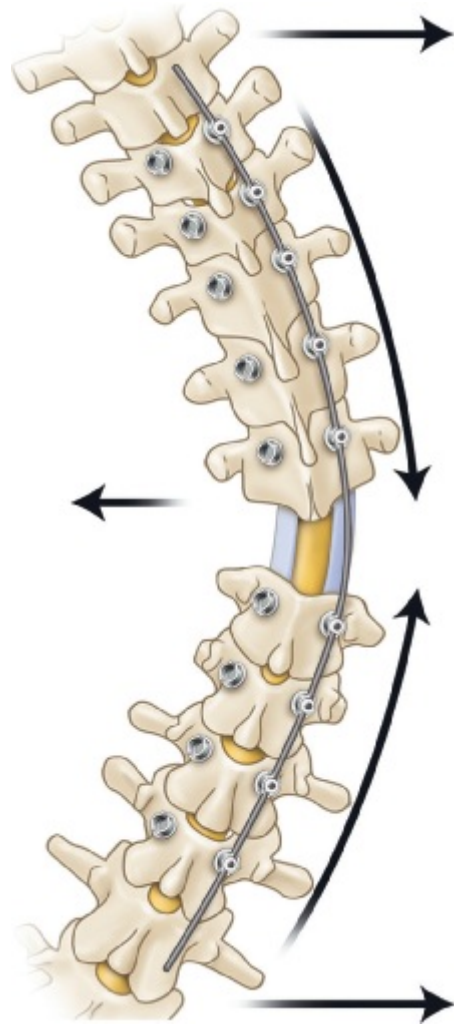


Fig. 22.9

Résection vertébrale segmentaire : manœuvres de correction.

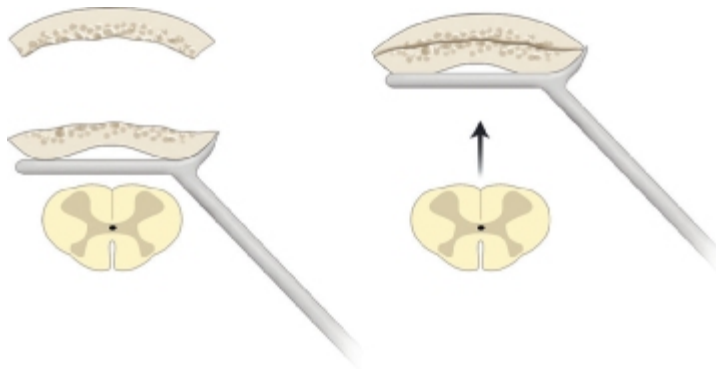


Fig. 22.8

Résection vertébrale segmentaire : effondrement du mur vertébral postérieur.

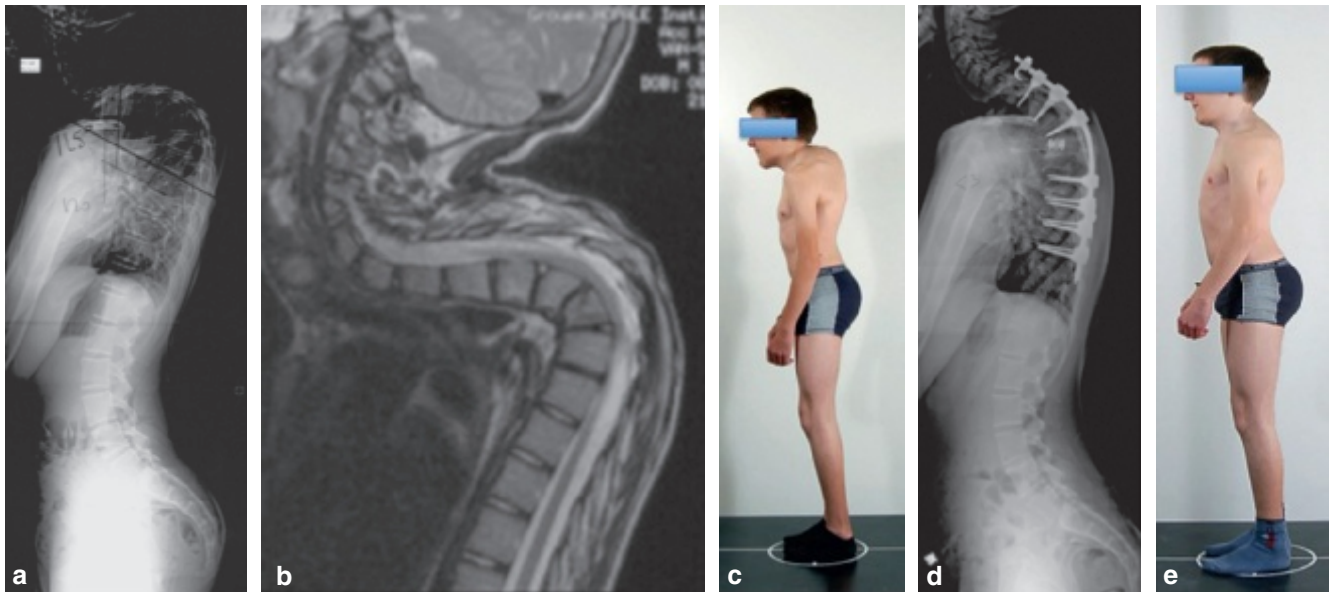


Fig. 22.10

Cyphose thoracique haute correction par résection vertébrale segmentaire.

Elle est effectuée soit par compression sur une tige dont la courbure est progressivement modifiée au fur et à mesure de la correction, soit par réaligement sur un domino entre une tige reliant les prises supérieures et une tige reliant les prises inférieures permettant une correction dans les deux plans.

Durant ces manœuvres, le sac dural est contrôlé en permanence en s'assurant de l'absence de toute subluxation ou compression durale.

Dans les cyphoses, la cage très antérieure a un rôle stabilisateur et déplace vers le canal la charnière de correction. Elle prévient ainsi un raccourcissement avec une plicature de la moelle qui est aussi mal tolérée que l'élongation.

Lorsque la correction est obtenue, la tige controlatérale est mise en place.

Fermeture

Le segment costal réséqué peut être utilisé pour couvrir la zone de laminectomie. On réalise un avivement latéral au niveau de la résection et sur l'ensemble du rachis instrumenté, puis on appose des greffons cortico-spongieux.

La fermeture est effectuée plan par plan sur un drain de Redon superficiel dont l'extrémité est en profondeur. Le drain sera non aspiratif, utilisé uniquement en siphonage.

Bibliographie

- Bridwell KH. Decision making regarding Smith-Petersen vs. pedicle subtraction osteotomy vs. vertebral column resection for spinal deformity. *Spine* 2006; 31(19S) : S171-8.
- Bridwell KH, Lewis SJ, Lenke LG, et al. Pedicle subtraction osteotomy for the treatment of fixed sagittal imbalance. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85-A : 454-63.
- Chang KW, Cheng CW, Chen HC, et al. Closing opening wedge osteotomy for the treatment of sagittal imbalance. *Spine* 2008; 33 : 1470-7.
- Enercan M, Ozturk C, Kahraman S, et al. Osteotomies/spinal column resections in adult deformity. *Eur Spine J* 2013; 22(Suppl 2) : S254-64.
- Kawahara N, Tomita K, Baba H, et al. Closing-opening wedge osteotomy to correct angular kyphotic deformity by a single posterior approach. *Spine* 2001; 26 : 391-402.
- Lenke LG, O'Leary PT, Bridwell KH, et al. Posterior vertebral column resection for severe pediatric deformity : minimum two-year follow-up of thirty-five consecutive patients. *Spine* 2009; 34(20) : 2213-21 (Phila Pa 1976).

- Lenke LG, Sides BA, Koester LA, et al. Vertebral column resection for the treatment of severe spinal deformity. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468(3) : 687–99.
- Smith-Petersen MN, Larson CB, Aufranc OE. Osteotomy of the spine for correction of fixation deformity in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg* 1945; 27 : 1–11.
- Suk SI, Chung ER, Kim JH, et al. Posterior vertebral column resection for severe rigid scoliosis. *Spine* 2005; 30(14) : 1682–7 (Phila Pa 1976).
- Suk SI, Kim KJ, Kim WJ, et al. Posterior vertebral column resection for severe spinal deformity. *Spine* 2002; 27(21) : 2374–82 (Phila Pa 1976).
- Wang Y, Lenke LG. Vertebral column decancellation for the management of sharp angular spinal deformity. *Eur Spine J* 2011; 20 : 1703–10.

Reconstruction isthmique du spondylolisthésis de bas grade

C. Bonnard, C. de Bodman

PLAN DU CHAPITRE

Objectifs de l'intervention et cahier des charges de l'ostéosynthèse	164
Technique chirurgicale	164
Exposition de la pars interarticularis	164
Technique personnelle	164
Situations particulières	166
Suites opératoires	166

La reconstruction isthmique repose sur la greffe de l'isthme décrite pour la première fois par Kimura en 1968. Les résultats de différentes ostéosyntheses ont été rapportés : vissage direct de l'isthme, plaque papillon, vis crochet sous-lamaire, cerclage transverso-épineux. Les autres systèmes d'ostéosynthèse associent vis pédiculaires, crochets et tiges. Quelle que soit la technique, les résultats publiés sont voisins (bons de 76 à 92 %, 77 à 100 % de consolidation cependant assez longue).

Les résultats semblent d'autant moins bons que les sujets sont âgés, le matériel est volumineux ou entre en conflit avec l'articulation interapophysaire L4-L5. La résection de la pointe articulaire sus-jacente ne fait pas consensus et pourrait être responsable d'arthrose à moyen terme. Les cohortes rapportées n'excèdent pas 30 patients et le recul est rarement supérieur à 2 ans avec un résultat fonctionnel à moyen terme identique à l'arthrodèse.

L'indication d'une reconstruction isthmique est réservée au spondylolisthésis de grade 1 restant symptomatique et invalidant après traitement fonctionnel suffisamment prolongé sans discopathie sus- ou sous-jacente prouvée par IRM. Elle présente l'intérêt de préserver une mobilité souvent normale sans dégradation à moyen terme et de protéger les segments sus-jacents d'une dégénérescence avancée imposant une reprise chirurgicale chez 16,5 % des patients à 5 ans de recul et 36,1 % à 10 ans.

Objectifs de l'intervention et cahier des charges de l'ostéosynthèse

L'objectif est d'obtenir une consolidation pérenne de la pars interarticularis par avivement-greffe et immobilisation réduite, sans obérer le fonctionnement des articulations interapophysaires sus-jacentes et de la musculature postérieure. Le matériel doit assurer une ostéosynthèse stable en compression et neutraliser les contraintes de cisaillement, être peu volumineux afin de diminuer le risque de gêne et d'ablation.

Technique chirurgicale

Le patient est installé en décubitus ventral hanches et genoux fléchis à 90°. S'il existe un signe de la baïonnette, le repérage de l'apophyse épineuse de L5 est aisé, sinon il

s'effectue à l'aide d'une broche percutanée sous contrôle radioscopique en L5 ou en L4 en cas de spina bifida occulta.

L'incision est médiane. L'abord est sous-périosté à la rugine uniquement sur l'épineuse et la lame de L5, et extra-périosté sur les arcs postérieurs de L4 et S1 par section des insertions musculaires. L'exposition par un écarteur auto-statique à lame est préférable à l'exposition par écarteur de Beckman.

Exposition de la pars interarticularis

Le ligament jaune L4-L5 est exposé à la curette et son bord latéral repéré à l'aide d'un dissecteur type Kreed situant ainsi le bord médial de la solution de continuité isthmique. Le repérage de l'articulation L4-L5 s'effectue par mobilisation de l'épineuse de L4 à l'aide d'un davier et la capsule est progressivement exposée sans ouverture jusqu'à son bord latéral. À partir du tubercule mammaire, la « vallée articulaire de Louis » est exposée en sous-périosté jusqu'à la base de l'apophyse transverse permettant le repérage du bord latéral de la solution de continuité isthmique qui est alors excisée progressivement au rongeur jusqu'en os sain sur la lame de L5 et à l'aide d'une curette sur le pédicule. Cette dernière zone est « pétalisée » avec un ciseau à frapper fin.

L'ostéosynthèse peut s'effectuer par une vis lamo-pédiculaire selon Buck mais l'hypoplasie très fréquente de l'arc postérieur rend cette technique hasardeuse avec un risque d'éclatement de la lame. La nécessité d'éviter toute lésion de l'articulation interapophysaire L4-L5 rend difficile la mise en place de vis pédiculaires.

Technique personnelle

Nous utilisons une vis à tête perforée dans laquelle est introduit un ligament polyester dont les brins sont passés sous et au-dessus de la lame de L5 pour comprimer la greffe associée à une broche lamo-pédiculaire de diamètre adapté à la taille de la lame afin de neutraliser les forces de cisaillement (fig. 23.1).

La vis équipée de son ligament est mise en place dans l'axe du pédicule et convergente à la base de l'apophyse transverse. Un trajet sous-périosté sous-lamaire est effectué à partir bord postérieur de la lame de L5 et le brin ligamentaire inférieur est passé avec un fil métallique (fig. 23.2). La broche lamo-pédiculaire est mise en place, ne pénétrant dans le pédicule que de 2 cm, et bloquée (fig. 23.3).



Fig. 23.1

Vue du matériel et de l'ancillaire : vis perforée, bande de polyester, bloqueur, tournevis et tendeur.
Source : Medicea®.

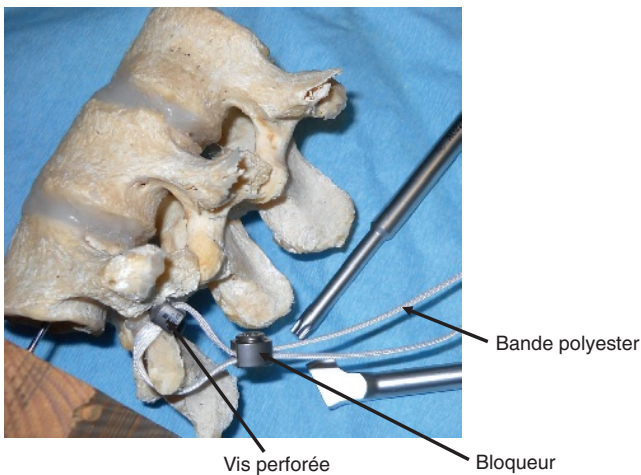
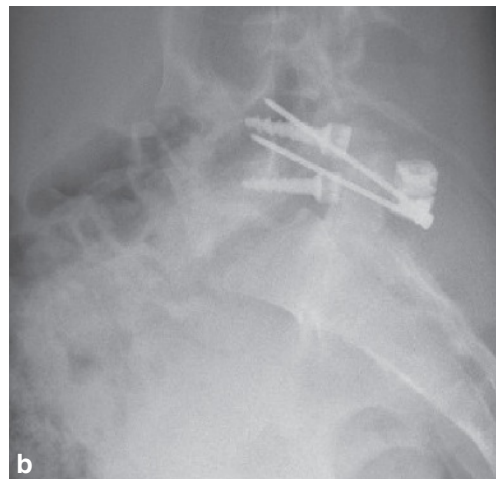


Fig. 23.2

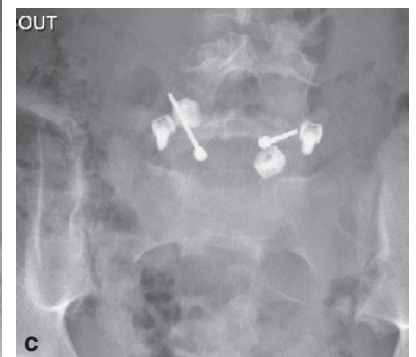
Vue latérale du montage sur os sec.



a



b



c

Fig. 23.4

Exemple de cas clinique.

a. Radiographie de profil préopératoire : olisthésis grade 1.

b, c. Radiographies de profil et de face postopératoire : le trajet des deux broches bloquées est imposé par la forme de la lame de L5.

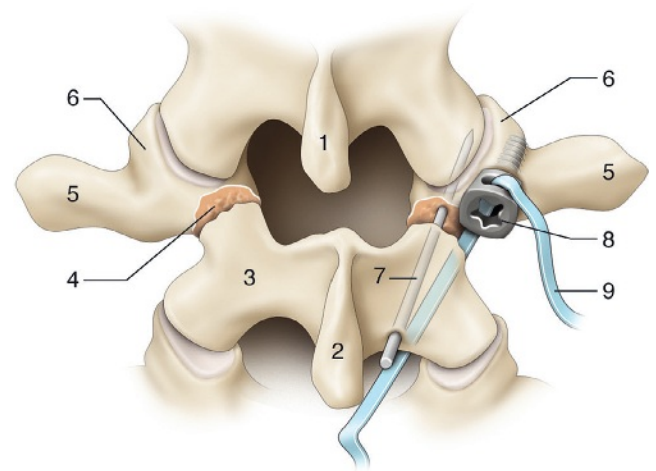


Fig. 23.3

Schéma du montage.

1 : apophyse épineuse de L4 ; 2 : apophyse épineuse de L5 ; 3 : lame de L5 ; 4 : lyse isthmique ; 5 : apophyse transverse de L5 ; 6 : tubercule mamillaire ; 7 : broche lamo-pédiculaire ; 8 : vis pédiculaire à tête perforée ; 9 : ligament polyester.

Par décollement sous-cutané pré-aponévrotique, il est prélevé sur la crête iliaque 2 à 3 cm³ d'os spongieux et quatre baguettes cortico-spongieuses.

L'os spongieux est apposé dans la solution de continuité isthmique en vérifiant avec un dissecteur type Kreed qu'il ne comprime pas la racine nerveuse et qu'il n'entre pas en conflit avec la pointe articulaire de L4.

Les deux brins du ligament sont réunis dans un bloqueur, mis en tension à l'aide d'un tendeur puis le bloqueur est verrouillé au bord postérieur de la lame de L5 (fig. 23.4).

La vallée isthmique est greffée avec une baguette cortico-spongieuse comme la lame souvent hypoplasique.

Il nous semble utile d'apposer une greffe de fragments graisseux à la pointe de l'articulaire de L4 pour prévenir un conflit douloureux.

Situations particulières

En cas d'hypertrophie de l'articulaire L4 et d'effet de cisaillement, il peut être indiqué d'effectuer sa résection *a minima*. La capsule articulaire est alors désinsérée au bistouri sur son bord médial, relevée et repérée. Elle devra être réparée *a minima* et, à notre avis, l'interposition graisseuse à sa base est alors indiquée.

En cas de spina occulta, nous proposons de l'aviver partiellement et de le greffer. Les quatre brins des ligaments sont alors noués deux à deux de part et d'autre de l'apophyse épineuse de L5.

Suites opératoires

L'immobilisation postopératoire consiste en une simple ceinture de contention élastique baleinée pour 2 mois. Toute activité sportive est déconseillée jusqu'à consolidation au mieux vérifiée par tomodensitométrie (TDM).

Bibliographie

- De Bodman C, Bergerault F, De Courtivron B, et al. Lumbo sacral motion conserved after isthmic reconstruction : long term results. *Child Orthop* 2014; 8 : 97–103.
- Ghiselli G, Wang JC, Bhatia NN, et al. Adjacent segment degeneration in the lumbar spine. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86 : 1497–503.
- Johnston CE, Ramo BA. Spondylolysis. In : Tachdjian's Pediatric Orthopaedics. Philadelphia : Elsevier Saunders; 2014. p. 338–41.
- Jouve JL. Spondylolyse et spondylolisthésis de l'enfant et de l'adolescent. In : Conférence d'enseignement de la Sofcot; Paris : Elsevier; 2001. p. 171–92.
- Roca J, Iborra M, Cavanilles Walker JM, et al. Direct repair of spondylolysis using a new pedicle screw hook fixation; clinical and CT-assessed study : an analysis of 19 patients. *J Spinal Disord Tech* 2005; 18 : 82–9.
- Schlenzka D, Seitalo S, Poussa M, et al. Operative treatment of symptomatic lumbar spondylolysis and mild isthmic spondylolysis in young patients : direct repair of the defect or segmental spinal fusion? *Eur Spine J* 1993; 2 : 104–12.
- Schlenzka D, Remes V, Helenius I, et al. Direct repair for treatment of symptomatic spondylolysis and low grade isthmic spondylolysis in young patients : no benefit in comparison to segmental fusion after a mean follow up of 14.8 years. *Eur Spine J* 2006; 15 : 1437–47.

Arthrodèse *in situ* par voie de Wiltse dans les spondylolisthésis

P. Violas, G. Lucas

PLAN DU CHAPITRE

Objectifs et principes

168

Technique chirurgicale

168



Points clés

- Chirurgie extracanalair sans correction du glissement antérieur L5-S1 ni de l'angle lombo-sacré.
- Elle peut permettre une fusion osseuse empêchant la poursuite du glissement d'un spondylolisthésis (SPL), y compris de haut grade.
- Elle n'empêche pas la survenue de complications neurologiques comme un syndrome de la queue de cheval) surtout dans les SPL de grades élevés quand la contention est insuffisante.

Objectifs et principes

Wiltse décrit une technique qui pour lui est applicable aux différents stades de spondylolisthésis (SPL). Elle consiste en une greffe osseuse postéro-latérale bilatérale afin d'obtenir une fusion *in situ* sans instrumentation. Cette greffe peut s'étendre de L4 à S1 ou uniquement de L5 à S1 en fonction de la décision de l'opérateur et de l'importance du déplacement. Cette intervention est donc réalisée sans exploration endocanalaire et sans résection de l'arc postérieur. La voie d'abord se fait à l'aplomb des massifs articulaires et des transverses, permettant un avivement soigneux des structures anatomiques très profondément situées. Les greffons y sont déposés dans un environnement musculaire bien vascularisé propice à obtenir une arthrodèse de qualité. Mais malgré la volonté de ne

pas déstabiliser les structures musculo-capsulo-ligamentaires et osseuses postérieures et de ne pas chercher à modifier les rapports lombo-sacrés, cette technique ne met pas complètement à l'abri de complications neurologiques. Elle oblige à une immobilisation postopératoire par corset.

Technique chirurgicale

Le patient est installé en décubitus ventral sur des appuis en gélatine sans compression au niveau de l'abdomen. Il peut être pratique d'utiliser une table diminuant la lordose lombaire, le patient étant en position genu-pectorale. Une incision médiane de la peau est plus cosmétique que les deux incisions paramédianes décrites initialement par Wiltse. Cette incision doit s'étendre à l'épineuse sus-jacente à la dernière vertèbre à fusionner. Le fascia superficialis des muscles paravertébraux est ouvert et il est nécessaire de se décaler latéralement à droite et à gauche sur au moins 5 cm. Afin de s'assurer du bon niveau de la dissection, un repérage scopique de profil peut être recommandé, une broche étant placée dans le relief d'une épineuse. Deux incisions paramédianes sont réalisées au bistouri électrique entre les muscles longissimus et multifidus à environ 4 cm de la ligne médiane. C'est dans ce plan de clivage anatomique que l'on parviendra en profondeur au contact puis à l'exposition des processus transverses (fig. 24.1). Cette exposition devra se

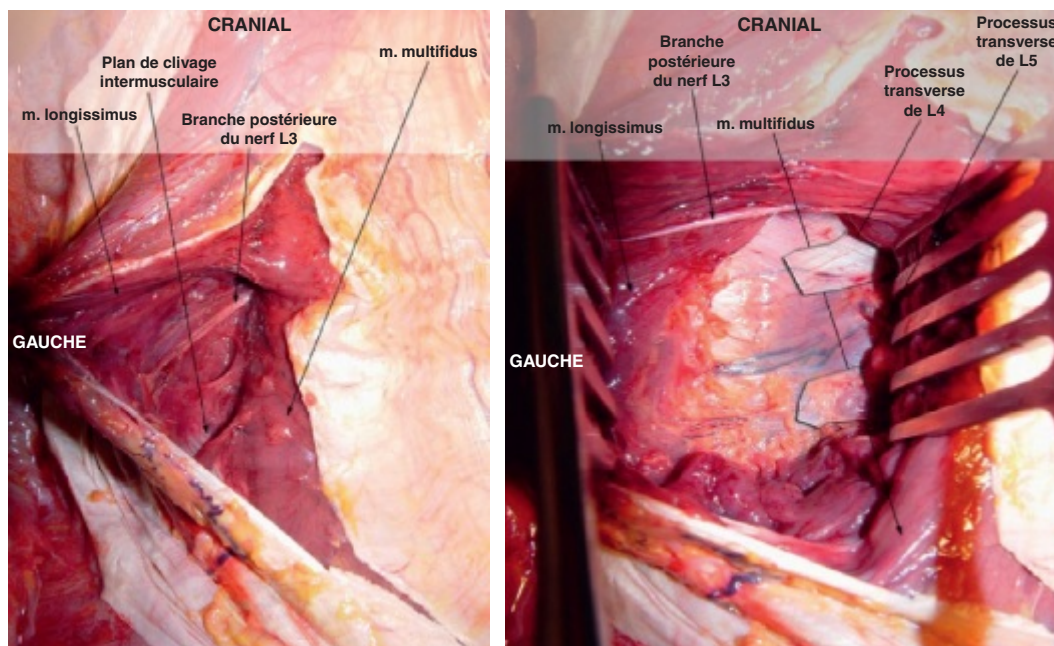


Fig. 24.1

Exposition des processus transverses entre muscles longissimus et multifidus.

Source : Vialle R, Court C, Khouri N and al. Anatomical study of the paraspinal approach to the lumbar spine. Eur Spine J. 2005; 14(4) : 366–371.

faire prudemment en sous-périosté, les transverses étant très fragiles. On réalisera une exposition des faces latérales des ailerons sacrés, de la transverse de L5 et de la face latérale de l'articulaire de L5. Les processus transverses de L5 peuvent être difficiles à exposer chez les patients présentant un antélisthésis L5-S1 important. On peut en profiter également pour réséquer le « crochet isthmique » à l'aide d'une pince gouge. Il s'agit d'une zone de fibrose se situant au niveau de l'isthme, source possible de douleurs et d'irradiations radiculaires. Le champ opératoire est très profond et il vaut mieux qu'il soit exsangue. Ce temps d'exposition réalisé, des compresses roulées sont laissées dans les deux voies d'abord permettant un tamponnement pour une possible hémostase. L'opérateur pourra réaliser pendant ce temps le prélèvement des greffons osseux cortico-spongieux aux dépens généralement d'une crête iliaque

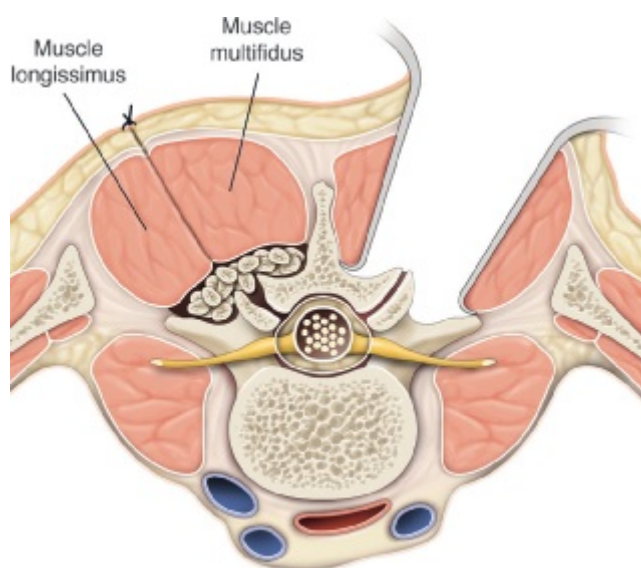


Fig. 24.2

Application des greffons osseux.

postérieure. L'abord de cette dernière est réalisé en se décalant latéralement par la même voie d'abord, sans réaliser de nouvelle incision cutanée en regard de la crête iliaque. La quantité de greffon prélevée aux dépens d'une crête iliaque est généralement suffisante.

L'avivement des transverses, des faces latérales des articulaires et des ailerons sacrés doit être la plus complète et la plus soignée possible. Pour cela, une fraise avec moteur peut être utilisée. Les greffons sont ensuite appliqués, spongieux contre spongieux, les greffons cortico-spongieux étant les plus superficiels. Il faut prendre soin de bien vérifier que les muscles que l'on relâche ensuite laisseront les greffons bien appliqués sur toutes les surfaces osseuses avivées (fig. 24.2).

Le rapprochement par des points en X des aponévroses de recouvrement de chacune des masses paravertébrales est réalisé, et il peut être conseillé de laisser un drain de Redon 24 h dans le plan de décollement sous-cutané avant une fermeture sous-cutanée et cutanée.

Nous proposons une installation postopératoire hanches et genoux fléchis, avec une extension très progressive sur quelques jours afin de diminuer les risques ischémiques sur les racines, et prescrivons un lombostat rigide avant le premier lever vers le cinquième jour. Une radiographie standard est réalisée à 4 mois afin de juger de la qualité de la greffe (fig. 24.3).

Bibliographie

- Schoenecker PL, Cole HO, Herring JA, et al. Cauda equina syndrome after *in situ* arthrodesis for severe spondylolisthesis at the lumbosacral junction. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72 : 369–77.
- Vialle R. The Wiltse paraspinal approach to the lumbar spine revisited : an anatomic study. *Clin Orthop Relat Res* 2006; 445 : 175–80.
- Wiltse LL, Bateman G, Hutchinson RH, et al. The paraspinal sacrospinous-splitting approach to lumbar spine. *J Bone Joint Surg Am* 1968; 50 : 919.

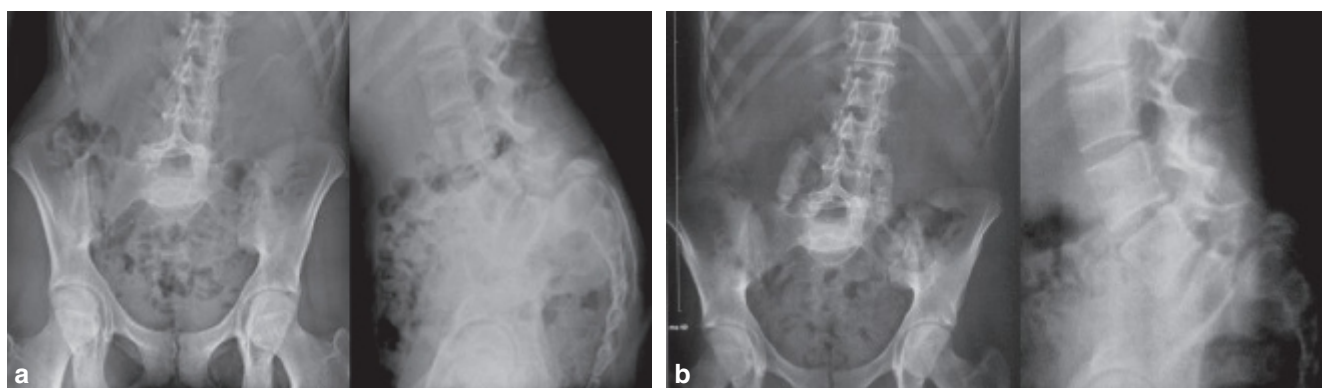


Fig. 24.3

Radiographies préopératoire (a) et postopératoire à 4 mois (b).

Réduction « orthopédique » du spondylolisthesis par lyse isthmique à grand déplacement

H.-F. Parent

PLAN DU CHAPITRE

Principe	172
Bilan préopératoire	172
Technique	172
Premier temps de réduction	172
Confection du plâtre	173
Temps opératoires	173
Temps antérieur d'arthrodèse L5-S1	174
Temps postérieur d'arthrodèse L4-S1	174
Installation en postopératoire	174



Points clés

- La coopération de l'enfant et de la famille est nécessaire.
- Une surveillance neurologique stricte est mise en place avec bilan neurologique et prétraitement précis.
- La période de traction et suspension est délicate et difficile à supporter; elle doit durer le « juste » temps : cela impose un bon planning des différents temps.
- L'immobilisation pendant 4 mois est indispensable.

Cette technique appliquée au spondylolisthésis dysplasique, avec cyphose progressive et diminution de l'angle lombo-sacré de Dubousset ou Boxall, est proposée uniquement chez le jeune avant la fin de croissance. Elle associe plusieurs temps successifs : réduction orthopédique puis arthrodèse circonférentielle et immobilisation.

Principe

Réduction progressive de la cyphose lombo-sacrée et immobilisation dans un plâtre avec prise crurale bilatérale, puis arthrodèse circonférentielle dans le plâtre avec greffon tibial encastré antérieur et greffe postéro-latérale par voie de Wiltse bilatérale avec greffe iliaque.

La philosophie de ce traitement contraignant est la réduction progressive chez un jeune éveillé et une chirurgie pour assurer la greffe sans correction supplémentaire peropératoire ni libération neurologique. Présentée comme moins risquée, cette technique nécessite pourtant une surveillance neurologique stricte.

Bilan préopératoire

Il comprend :

- un télérachis debout de face et de profil;
- des clichés dynamiques de profil de la région lombo-sacrée pour juger de la mobilité lombo-sacrée;
- une IRM pour apprécier l'état des disques et la dysplasie.

Le bilan neurologique très précis en préopératoire est indispensable, car il n'est pas rare qu'il existe des petits troubles.

Technique

Premier temps de réduction

Installation sur le lit à cadre en décubitus avec traction à la tête par collier et aux membres inférieurs par bandes collées. Commencer par une traction simple pendant 24 heures. Si la traction doit être importante et prolongée avant la suspension, il peut être nécessaire de poser un halo, car une traction de plus de 1 kg à la tête avec un collier est mal tolérée.

Puis mettre en place le hamac. La bande en tissu de 20 cm de large doit avoir son bord supérieur positionné à l'aplomb de l'épine iliaque antéro-supérieure (fig. 25.1).

Mettre des poids progressivement, 1 kg de chaque côté de la bande de tissu toutes les 3 heures.

La surveillance neurologique (L5 et troubles sphinctériens) doit être constante.

Lorsque les poids en suspension atteignent la moitié du poids du corps, l'enfant « décolle » du lit.

Une fois la suspension obtenue et que les fesses se soulèvent de plus de 20 cm du plan du lit, la correction peut survenir assez vite, en moyenne en 24 heures. Il faut alors faire une radio au lit de profil pour s'assurer que l'angle lombo-sacré atteint au moins les 100° : c'est le seul critère de réduction recherché (fig. 25.2), le critère de réduction du glissement n'étant pas ici visé.

Ne pas tarder à faire le plâtre. Il faut que le passage du lit au cadre de Cotrel se fasse en maintenant la correction par un dôme sous la région lombo-sacrée.



Fig. 25.1

Installation dans le cadre avec suspension par hamac.

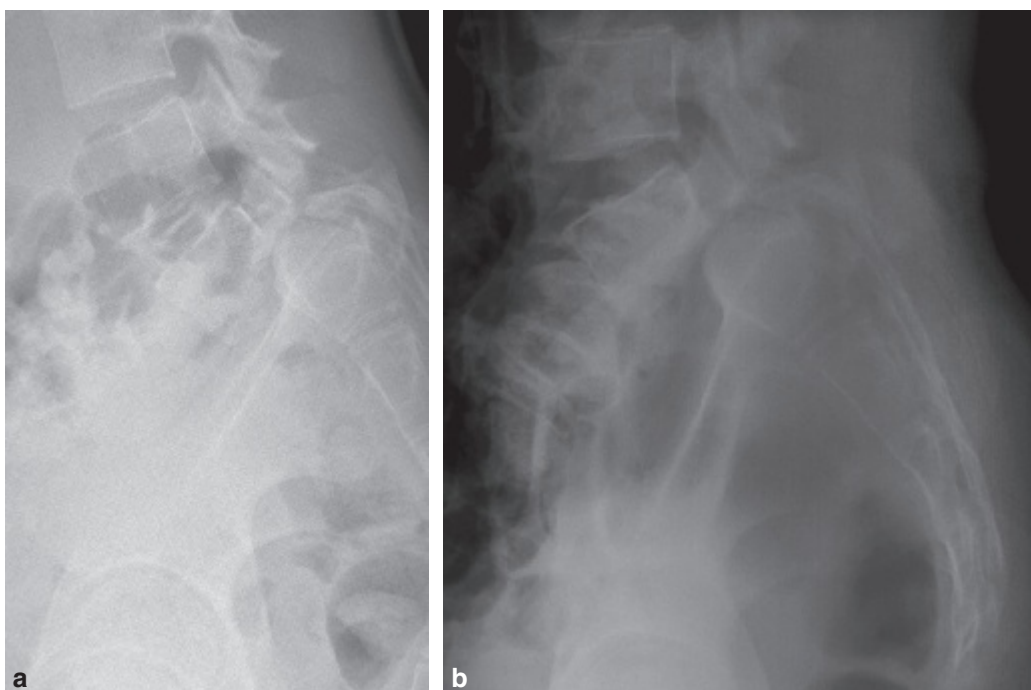


Fig. 25.2

Correction de l'angle lombo-sacré.

a. Prétraitement.

b. Fin de suspension.



Fig. 25.3

Confection du plâtre EDF avec prise crurale bilatérale.

Confection du plâtre

Confection du plâtre EDF (extension-dérotation-flexion) avec prise des deux cuisses en abduction et de la bande de suspension, en conservant la traction sur la bande de suspension pour maintenir la lordose (fig. 25.3).

Attendre 48 heures que le plâtre soit sec pour le bivalver en gardant deux valves bien solides qui permettront la chirurgie dans de bonnes conditions.

Temps opératoires

La chirurgie comporte deux temps opératoires dans la même séance, plus une prise de greffon tibial et une prise de crête iliaque postérieure.

On peut indifféremment commencer par le temps antérieur ou le temps postérieur. Chaque temps opératoire se déroule dans une des valves en maintenant tout le temps la correction.

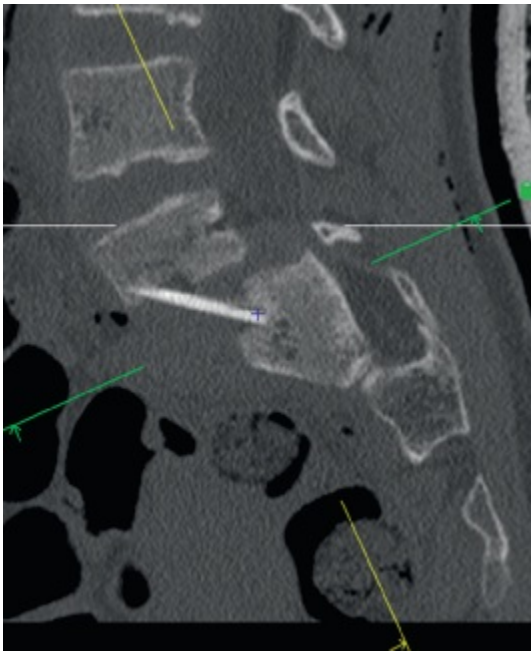


Fig. 25.4

Coupe scanner avec greffon tibial en étai encastré.

Temps antérieur d'arthrodèse L5-S1

Préparer dans le champ opératoire la voie antérieure et la prise de crête tibiale du membre inférieur gauche. Sous amplificateur de brillance, on contrôle l'absence de perte de correction de la cyphose. Il faudra éviter également une augmentation de cette correction après la mise en place du greffon tibial (danger sur le plan neurologique) (fig. 25.4).

Temps postérieur d'arthrodèse L4-S1

Les deux valves sont solidarisées et on peut retourner le patient pour le mettre dans sa coque antérieure. On ôte la valve postérieure et un nouveau contrôle sous amplificateur de brillance permet de vérifier l'absence de perte de correction et de bien positionner les deux cicatrices latérales.

On réalise une arthrodèse postérieure faite selon Wiltse par deux incisions à deux travers de doigt de la ligne médiane (voir chapitre 24).

Les deux voies transmusculaires respectant les structures médianes peuvent être réalisées en mini-invasif en utilisant un écarteur spécifique.

Elles doivent exposer parfaitement l'aileron sacré et les transverses de L4 et L5 et les deux isthmes de L5.



Fig. 25.5

Corset moulé en matériel thermoformable.

Il n'y a pas d'abord du canal mais seulement un avivement de toutes les structures osseuses exposées avec arthrectomie L4-L5 et L5-S1 et volet osseux fait au ciseau gouge sur l'aileron sacré. Par l'incision à droite, on fait un petit décollement sous-cutané qui permet d'atteindre la crête iliaque droite et de faire des prélèvements spongieux et cortico-spongieux en quantité abondante qui sont apposés sur les structures osseuses avivées.

La fermeture ne nécessite qu'un drainage de la prise de greffe.

En fin d'intervention, on solidarise les deux coques.

Installation en postopératoire

Une surveillance neurologique est indispensable car une apparition même secondaire de trouble neurologique est possible.

Il faut installer l'enfant sur un lit à «étages» pour permettre de fléchir les genoux et de détendre au mieux les nerfs sciatiques.

L'immobilisation est nécessaire pendant 4 mois. Il est possible de transformer le plâtre en un corset en matériel thermoformable (fig. 25.5).

Bibliographie

- Dubousset J. Treatment of spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents. Clin Orthop Relat Res 1997; 337 : 77–85.
- Vialle R., Miladi L., Wicart P, et al. Le traitement chirurgical du spondylolisthesis lombo-sacré à grand déplacement de l'enfant et de l'adolescent. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 2005; 91 : 5–14.

Réduction chirurgicale de la cyphose dans les spondylolisthésis à grand déplacement

B. Ilharreborde

PLAN DU CHAPITRE

Installation	176
Abord	176
Libération radiculaire	176
Fixation lombaire	176
Fixation sacrée	176
Résection du dôme sacré	176
Réduction de la cyphose	176
Arthrodèse circonférentielle	177
Installation et immobilisation postopératoire	177

Les spondylolisthésis à grand déplacement présentent un mauvais pronostic lorsqu'ils sont associés à une cyphose lombo-sacrée, c'est-à-dire un sacrum vertical avec un angle inférieur à 90° mesuré entre le plateau supérieur de L5 et la tangente à la corticale postérieure du sacrum.

Le but du traitement chirurgical est donc de stabiliser le glissement, mais également de restaurer l'équilibre sagittal lombo-pelvien.

Installation

Le patient est installé en décubitus ventral strict, sur billot, sur une table permettant le contrôle radiologique peropératoire. Il faut éviter la position genu pectorale, souvent utilisée dans les chirurgies de décompression, mais qui cyphose encore davantage le segment lombo-sacré. Comme précisé dans le [chapitre 10](#) décrivant la fixation intra-sacrée de Jackson, il faut faire, avant de mettre les champs opératoires, des repérages par amplificateur de brillance, afin notamment de vérifier la bonne visibilité des disques L4–L5 et L5–S1, mais également du plateau supérieur de S1 et du tiers proximal du sacrum.

Abord

L'abord chirurgical est postérieur, sur la ligne médiane, s'étendant des articulaires supérieures de L4 au second trou sacré en distal. Le premier temps est le repérage des premiers trous sacrés qui serviront de repère pour la mise en place des tiges intra-sacrées. Lors de l'abord, il est fréquent de retrouver un arc de L5 hypermobile, et il faudra du fait de la profondeur se méfier du risque de brèche durale à ce niveau.

Libération radiculaire

L'intervention se poursuit par une laminectomie complète de L5, souvent étendue à la partie inférieure de la lame de L4, afin de repérer le sac dural et identifier les racines L4 et L5. Ces dernières doivent être parfaitement identifiées, si possible jusqu'à leur trajet foraminaux, et les éventuels nodules de Gill réséqués (formations pseudo-kystiques hypertrophiques au niveau de la perte de continuité de l'arc postérieur de L5). En effet, les racines L5 devront être contrôlées en permanence lors de la suite de l'intervention, car elles peuvent être comprimées dans le foramen ou étirées après la réduction et entraîner un déficit postopératoire.

Fixation lombaire

Le temps suivant est la mise en place des vis pédiculaires lombaires. Compte tenu du glissement de L5 et de la dystrophie fréquente de ses pédicules, l'arthrodèse s'étendra généralement en L4. Des vis pédiculaires de diamètre 5,5 ou 6 (en fonction des habitudes de l'opérateur) seront utilisées. Les vis poly-axiales ou de réduction sont favorisées, car elles permettent de faciliter la connexion aux tiges sacrées tout en limitant le risque d'expulsion des boulons.

Fixation sacrée

Après avoir assuré une fixation lombaire solide et repéré les racines, la mise en place des vis S1 visant le promontoire puis des tiges intra-sacrées selon la technique de Jackson sera réalisée selon les recommandations décrites dans le [chapitre 10](#). Compte tenu de la position verticale du sacrum, la mise en place des tiges sera généralement plus aisée, et il faudra avant d'envisager toute réduction connecter ces dernières par un dispositif transverse afin de consolider le montage.

Résection du dôme sacré

L'étape suivante est la résection du dôme sacré, dystrophique, afin de faciliter la manœuvre de réduction. Il faudra pour cela commencer par repérer le plateau supérieur de S1, ce qui sera généralement aisé grâce à la laminectomie étendue au sommet de la déformation. La résection du dôme s'effectuera donc en passant alternativement de chaque côté du fourreau dural, au bord externe des racines S1, à l'aide d'un ciseau droit (largeur 10, 15 ou 20 mm) et sous contrôle scopique afin de viser le promontoire ([fig. 26.1](#)). Cette étape est généralement un peu hémorragique et il faudra particulièrement prêter attention à ne pas léser les racines S1 en superficie et L5 en profondeur avec le bord contendant du ciseau.

Réduction de la cyphose

L'intervention se poursuit par la réduction proprement dite de la cyphose lombo-sacrée, qui s'effectuera par la connexion des tiges sacrées aux vis pédiculaires L4. Il s'agit de l'étape la plus délicate de la procédure. La manœuvre consiste donc à modifier la pente sacrée en horizontalisant le sacrum grâce au bras de levier obtenu par la fixation de Jackson; il ne faut surtout pas tirer en arrière la vertèbre

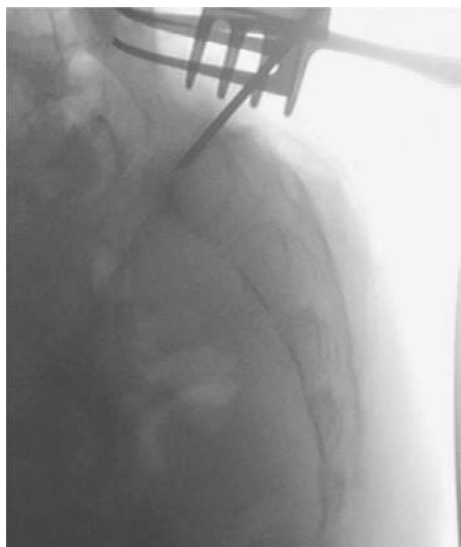
**Fig. 26.1**

Image peropératoire avec la vue fluoroscopique de la resection du dome sacré.

Source : Jackson's intrasacral fixation in the management of high-grade isthmic spondylolisthesis, Brice Ilharreborde, Franck Fitoussi, Etienne Morel, Henri Bensahel, Georges-François Pennec, et al and Keyvan Mazda, *Journal of Pediatric Orthopaedics B* 2007, 16: 16–18, Lippincott Williams & Wilkins.

**Fig. 26.2**

Vue peropératoire avec la présence des liens sous lamaires en L4.

Source : *European Spine Journal*, July 2014, Volume 23, Supplement 4, pp 463–467, Intrasacral rod fixation for pediatric lumbopelvic fusion, Brice Ilharreborde, Keyvan Mazda, Springer.

glissée, car cela mettrait en péril les racines L5. Afin de faciliter la réduction, les cintreurs *in situ* peuvent être utilisés, en cyphosant la tige par le cintreur proximal et en évitant l'arrachement de la vis S1 par le cintreur distal. Les vis de réduction à long filetage peuvent être utilisées car elles facilitent la connexion. Une autre option consiste à utiliser des liens sous-lamaires en L4, car leur mise en tension progressive permet d'une part de faciliter la réduction, et d'autre part de protéger par la suite les vis L4 de l'arrachement en absorbant une partie des contraintes exercées par les tiges (fig. 26.2). Après réduction, il est indispensable de vérifier à nouveau les racines L5. Ces dernières apparaissent souvent tendues, mais il faudra s'assurer de l'absence de compression pouvant provoquer un trouble neurologique.

Arthrodèse circonférentielle

Compte tenu des contraintes mécaniques exercées sur la charnière lombo-sacrée, une arthrodèse circonférentielle est indispensable. De plus, la zone de greffe postérieure sera réduite compte tenu de la laminectomie et de la libération extensive réalisée. L'os récupéré à partir de l'arc postérieur de L5 et du dôme sacré sera généralement suffisant pour constituer l'autogreffe qui sera placée en postéro-latérale. Pour l'arthrodèse antérieure, une discectomie L5-S1 sera réalisée et les plateaux adjacents préparés, afin de mettre

en place deux cages intersomatiques par voie postérieure (*posterior lumbar interbody fusion* ou PLIF).

Installation et immobilisation postopératoire

Cette intervention est associée à un risque non négligeable de trouble neurologique, le plus souvent partiel et temporaire. Les lésions nerveuses peuvent être peropératoires, mais l'étirement des racines peut également être postopératoire, d'où l'intérêt de veiller à l'installation du patient opéré. La position idéale pour relâcher les racines L5 consiste à éviter la flexion de hanche et fléchir au contraire les genoux. L'installation la plus fréquente consiste à obtenir, par un coussin de hauteur adaptable, 30° de flexion de hanche et 45° de flexion de genoux. Le patient sera ainsi installé avant le réveil, et la hauteur du coussin sera progressivement diminuée en cours d'hospitalisation, pour permettre le lever et le repos en décubitus complet au bout de 7 à 10 jours en fonction de l'examen neurologique.

À la sortie, une immobilisation par un corset thermofonné prolongé par une jupette antérieure empêchant la flexion de hanche à plus de 45° sera prescrite pour 3 mois.



Astuces chirurgicales

- Vérifier la bonne visibilité par amplificateur de brillance avant l'installation des champs opératoires, car le contrôle scopique est indispensable pour la mise en place des tiges de Jackson et la résection du dôme sacré.
- Il est préférable de mettre en place dès le début les vis L4, car leur insertion est plus difficile une fois les tiges sacrées introduites.
- Faciliter la connexion des tiges sacrées aux vis pédiculaires lombaires par des vis de réduction à filetage long ou par des liens sous-lamaires.

Bibliographie

- Bouyer B, Bachy M, Courvoisier A, et al. High-grade lumbosacral spondylolisthesis reduction and fusion in children using transsacral rod fixation. *Childs Nerv Syst* 2014; 30(3) : 505–13.
- Ilharberde B, Fitoussi F, Morel E, et al. Jackson's intrasacral fixation in the management of high-grade isthmic spondylolisthesis. *J Pediatr Orthop B* 2007; 16(1) : 16–8.
- Ilharberde B, Mazda K. Intrasacral rod fixation for pediatric lumbopelvic fusion. *Eur Spine J* 2014; 23(Suppl 4) : S463–7.

Arthrodèse circonférentielle par voie postérieure rétrograde (vissage trans-sacro-lombaire) dans les spondylolisthésis à grand déplacement

G. Bollini, E. Choufani, J.-L. Jouve

PLAN DU CHAPITRE

Double instabilité	180
Instabilité générale	180
Instabilité locorégionale	180
Intervention	181

Nous appellerons spondylolisthésis (SPL) à grand déplacement les formes avec lyse isthmique et les formes dysplasiques de grade 3 et 4 de Meyerding. Le traitement proposé ici ne peut s'appliquer aux spondyloptoses.

Notre propos concerne les SPL de haut grade chez l'enfant et l'adolescent.

Auparavant, il est utile de rappeler que tous les SPL à grand déplacement ne sont pas d'indication chirurgicale. Cette dernière concerne uniquement les patients lombalgiques depuis plus d'un an, dont les douleurs s'atténuent sans disparaître complètement par le repos et le traitement médical mais dont les symptômes réapparaissent dès la reprise de la moindre activité physique, et ceux qui présentent des radiculalgies caractérisées.

Il est communément admis aujourd'hui que dans les SPL à grand déplacement, il existe une cyphose lombo-sacrée matérialisée par l'angle de Boxall.

Cet angle qui vaut environ 90° en l'absence de SPL se réduit considérablement dans les formes à sacrum vertical. Pour la majorité des auteurs, cette cyphose est à l'origine d'une lordose sus-jacente qui ne peut donc disparaître que si l'on corrige cette cyphose lombo-sacrée.

Mais cette vision purement mécanique ou mécaniste (selon que l'on s'attache aux mesures où à l'idéologie) ne tient pas compte de facteurs biologiques où muscles, douleurs, contractures expliquent une partie non négligeable des déformations observées.

Cependant la plupart des patients sont, au moins partiellement, symptomatiques.

Comment expliquer ce phénomène? Nous pensons qu'une double organisation se produit pour mettre le complexe rachis-bassin-membres inférieurs dans la position la moins douloureuse possible. Une rigidification de la zone d'instabilité locorégionale se fait par mise en contraction des extenseurs de tronc et des ischio-jambiers (fig. 27.1) pour « retenir » la colonne vertébrale et donc le tronc au-dessus du bassin et, en parallèle, se produit une translation en avant du tronc pour diminuer voire inverser la gîte sagittale T9 annulant, voire inversant le couple de torsion du tronc, « rigidifié » au bassin, autour des hanches.

Avec le temps, ces déformations vont se structuraliser, ce qui fait que chez l'adulte nos propositions thérapeutiques ne sont plus valables.

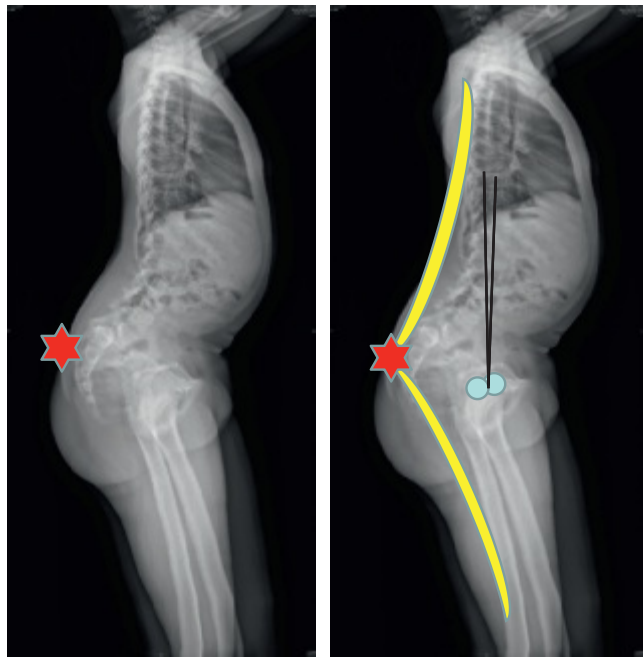


Fig. 27.1

Analyse de la posture d'un SPL de grade 3 : hyperlordose sus-jacente à la cyphose lombo-sacrée associée à une translation en avant du tronc.

En jaune sont figurés les muscles extenseurs du rachis en haut et les muscles ischio-jambiers en bas.

Double instabilité

Elle est la base de notre traitement : la première instabilité est générale et la seconde locorégionale.

Instabilité générale

L'instabilité générale est à l'origine du spondylolisthésis que celui-ci soit en rapport avec une rupture isthmique ou avec un allongement des isthmes (forme dysplasique). Il n'a pas pu être clairement démontré aujourd'hui quels étaient les facteurs mécaniques et/ou biologiques à l'origine du glissement, en dehors de la constatation que les SPL intéressent plutôt des patients à forte incidence.

Instabilité locorégionale

Une fois que le listhésis s'est produit, il existe une mobilité dans l'espace L5-S1 dont l'importance est variable mais qui

est toujours présente. C'est cette mobilité qui est à l'origine des douleurs et des éventuelles radiculalgies elles-mêmes à l'origine de la partie symptomatique de la grande lordose thoraco-lombaire avec projection en avant du tronc qui se corrigera donc partiellement après neutralisation de cette mobilité douloureuse.

La vertèbre pelvienne doit en effet être pensée comme un os sésamoïde reliant les extenseurs de tronc en haut et les ischio-jambiers en bas. Ces deux systèmes luttent ensemble contre l'instabilité locorégionale en se contractant d'abord, puis en se contracturant.

Après neutralisation de l'instabilité locorégionale, on observe d'ailleurs, en plus d'une réduction de la partie symptomatique de la grande lordose thoraco-lombaire avec projection en avant du tronc, la disparition du syndrome des ischio-jambiers.

Nous ne croyons pas à l'efficacité d'un traitement postural sur hamac ayant comme vertu de corriger préopératoirement une partie du glissement en jouant sur la visco-élasticité des tissus. Nous pensons obtenir temporairement la même quantité de réduction lorsque le patient est installé sur table en décubitus ventral hanches et genoux fléchis avec une médication permettant un relâchement musculaire complet.

Intervention

Elle se fait sous potentiels évoqués contrôlant les racines L5 et S1.

L'incision cutanée est verticale avec un abord médian de l'arc postérieur de L5 complété en fin d'intervention par un abord latéral selon Wiltsee pour réaliser les greffes postéro-latérales.

Dans un premier temps, l'arc postérieur de L5, très souvent ouvert, est réséqué selon Gill avec découverte des racines L5 et S1, puis une laminectomie médiane de S1 et S2 est réalisée. La face postérieure de S2 est exposée en écartant les racines S2 ou S3 d'un côté et le sac dural de l'autre côté. Des broches faisant office d'écarteurs sont plantées pour délimiter une zone de 1 cm² à la face postérieure de S2.

Sous contrôle scopique de profil, une broche de 1,8 mm est alors mise en place en position médiane,



Fig. 27.2

Vis de 9 mm de diamètre perforée en son centre selon son grand axe d'un tunnel de 2 mm de diamètre et tronquée à son extrémité proximale pour épouser la face postérieure de S2.

entrant par cette zone, et se dirigeant vers le coin antéro-supérieur de L5. Cette broche doit être la plus verticale possible.

Autour de cette broche guide sont ensuite utilisés des forets perforés, de diamètres croissants, allant jusqu'à un dernier foret de 8 mm de diamètre.

La vis (fig. 27.2) dont le diamètre est de 9 mm et qui est percée en son centre d'un canal de 2 mm de diamètre est alors introduite (fig. 27.3) et montée jusqu'au coin antéro-supérieur de L5. Son extrémité proximale est tronquée pour pouvoir épouser la face postérieure de S2 en fin de serrage.

Le temps suivant est la résection du dôme saillant de S1 (fig. 27.4) libérant la racine S1 de toute tension.

On va alors réaliser la discectomie L5-S1. Il est indispensable pour ce temps d'avoir une coagulation bipolaire très efficace, car les veines péri-durales sont, à ce niveau, très nombreuses.

Il est utile d'utiliser un ciseau à frapper pour réséquer le plateau inférieur de L5 et le plateau supérieur de S1, la discectomie s'en trouve facilitée et le lit de la greffe est de meilleure qualité. Nous recommandons de positionner et d'orienter la direction du ciseau en s'aidant d'un contrôle scopique. Le ciseau doit avoir une direction très horizontale par rapport à la table d'opération et la main qui le tient est pratiquement posée sur le dos du patient.

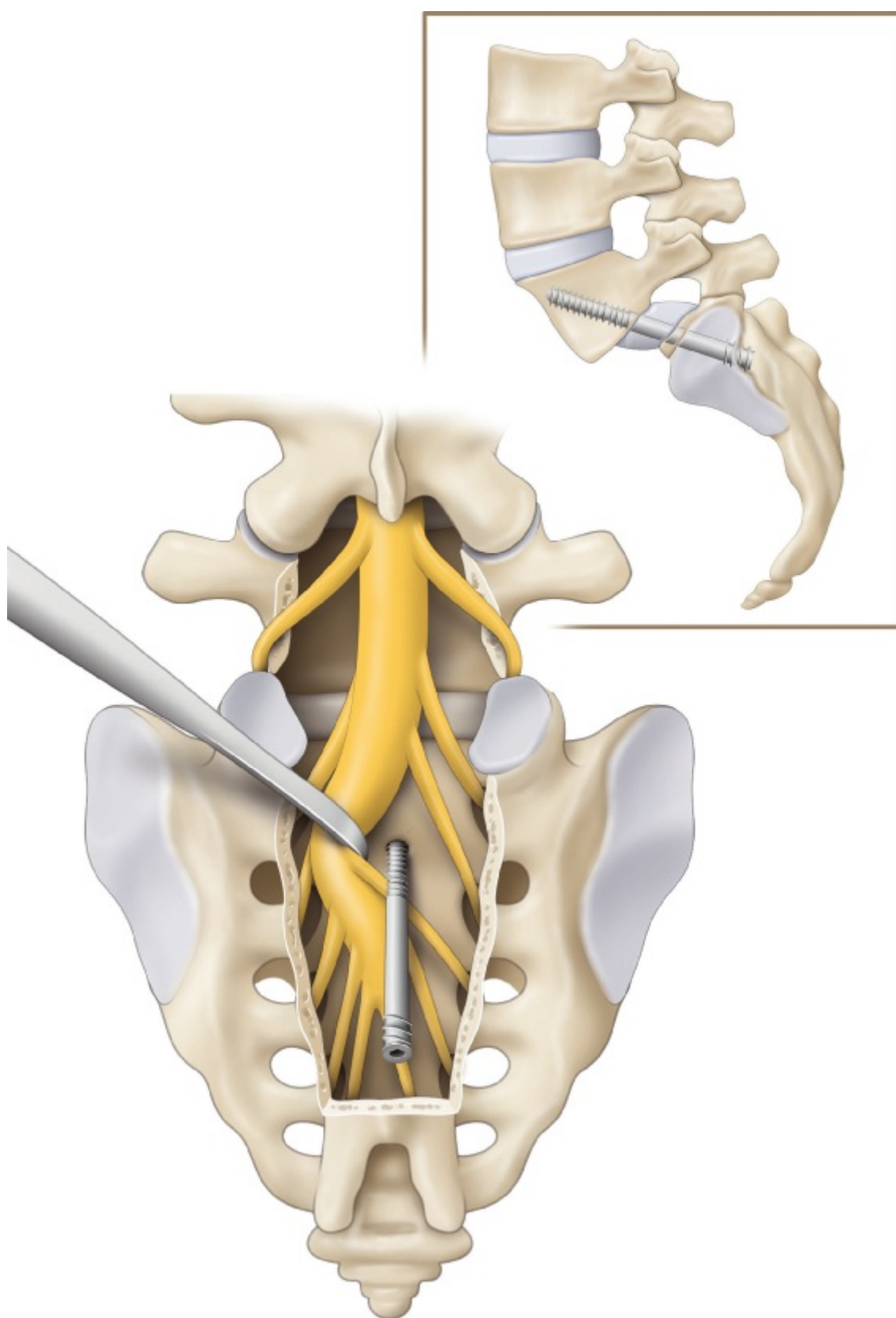


Fig. 27.3

Mise en place de la vis S2-L5 par voie rétrograde.

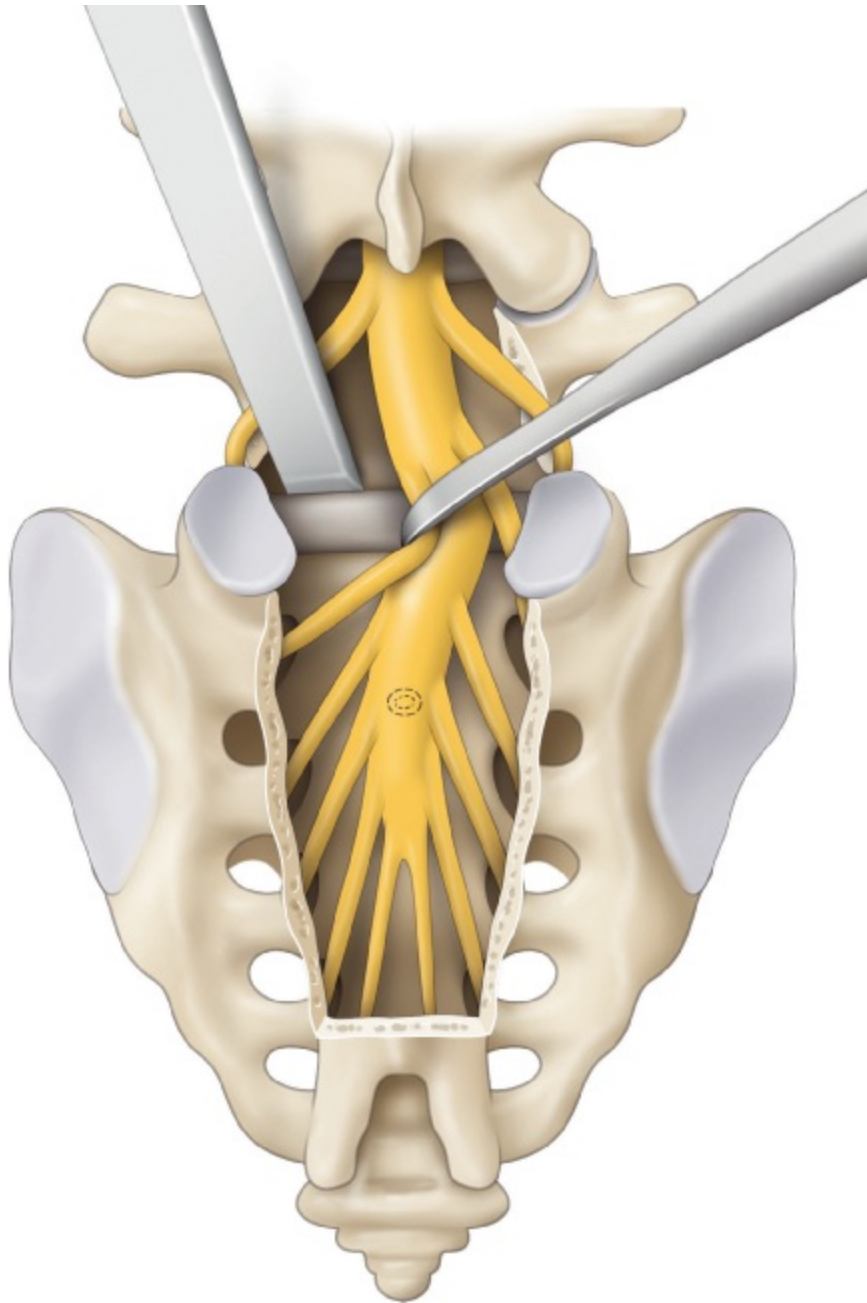


Fig. 27.4

Le dôme saillant est réséqué.

La présence de la vis, une fois exposée dans l'espace discal, permet d'avoir un repère très fiable pour savoir jusqu'où, en avant, la discectomie peut être poursuivie.

Latéralement, les racines L5 sont suivies et exposées jusqu'à dans leur foramen.

Des greffons tricorticaux sont alors prélevés sur une crête iliaque et introduits, poussés par un chasse-greffon, dans les espaces discaux exposés de part et d'autre de la vis ([fig. 27.5](#)).

Nous n'utilisons pas de cage pour ce temps.

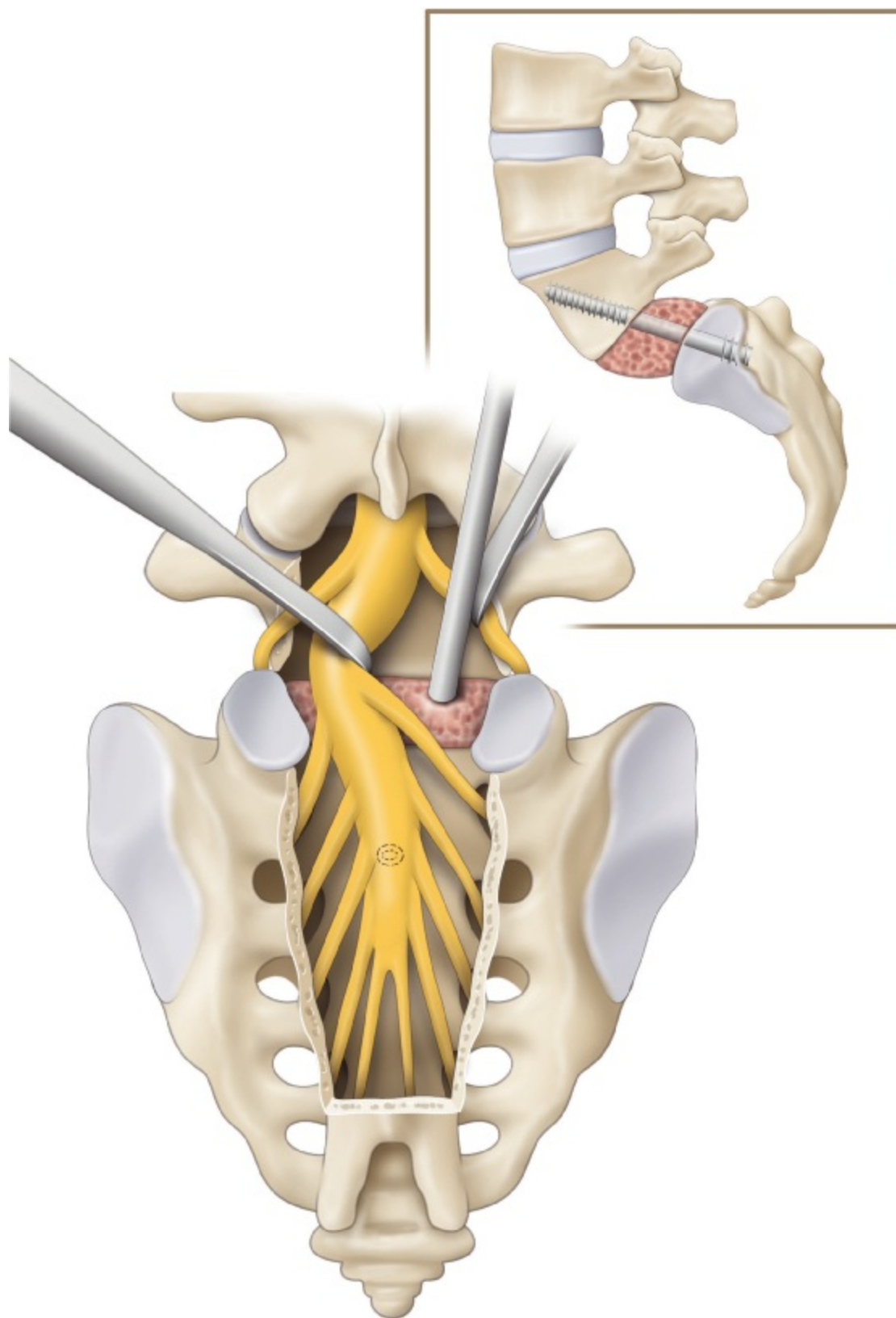


Fig. 27.5

Une greffe intersomatique est réalisée après discectomie L5-S1.

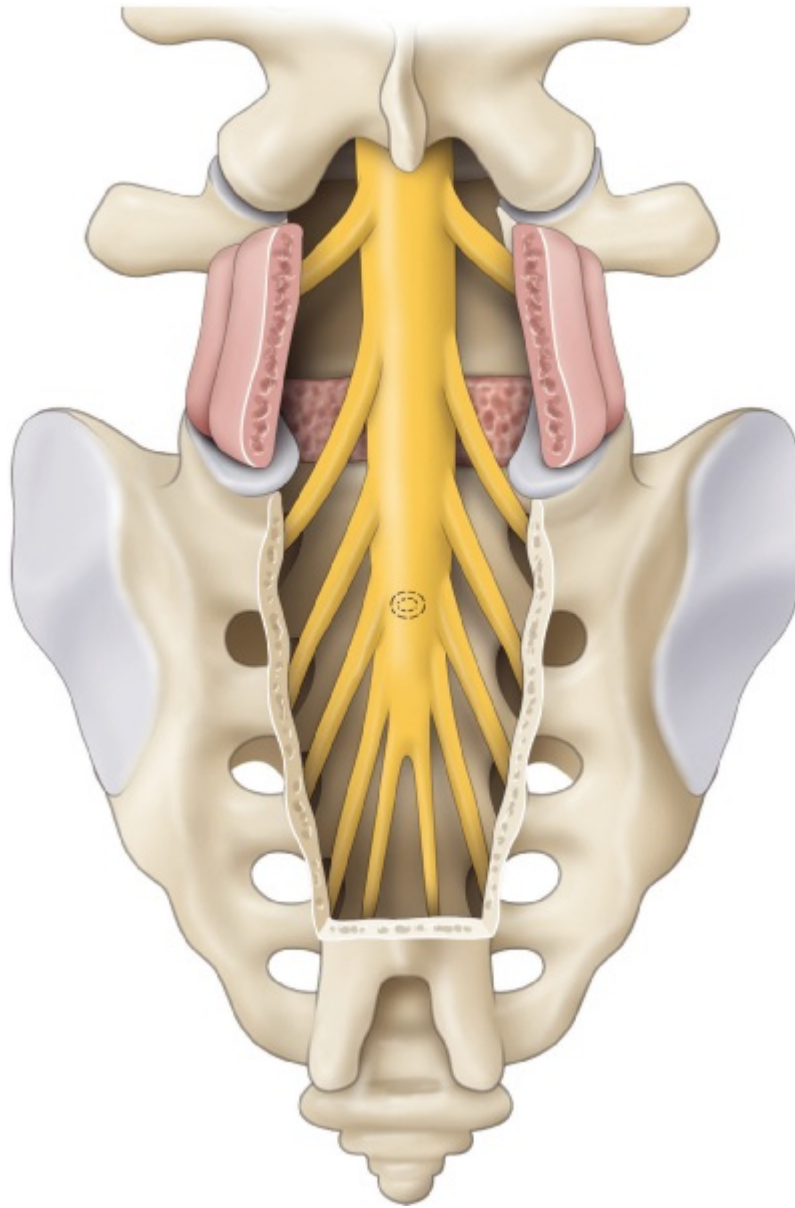


Fig. 27.6

Une greffe postéro-latérale L5-S1 est réalisée par un abord selon Wiltsee.

Par un abord selon Wiltsee, une greffe postéro-latérale entre les apophyses transverses de L5 et S1 vient compléter l'arthrodèse (fig. 27.6).

Nous utilisons les produits des laminectomies L5, S1 et S2 associés à des greffons spongieux prélevés sur la crête iliaque. Os de banque et/ou substitut osseux peuvent aussi être utilisés.

Nous ne drainons pas en fin d'intervention.

Ce qu'il est intéressant d'observer à distance est la restauration d'un équilibre sagittal, alors que la fusion a été réalisée *in situ* sans correction de la cyphose lombosacrée, hormis ce que le positionnement sur la table autorise (fig. 27.7).

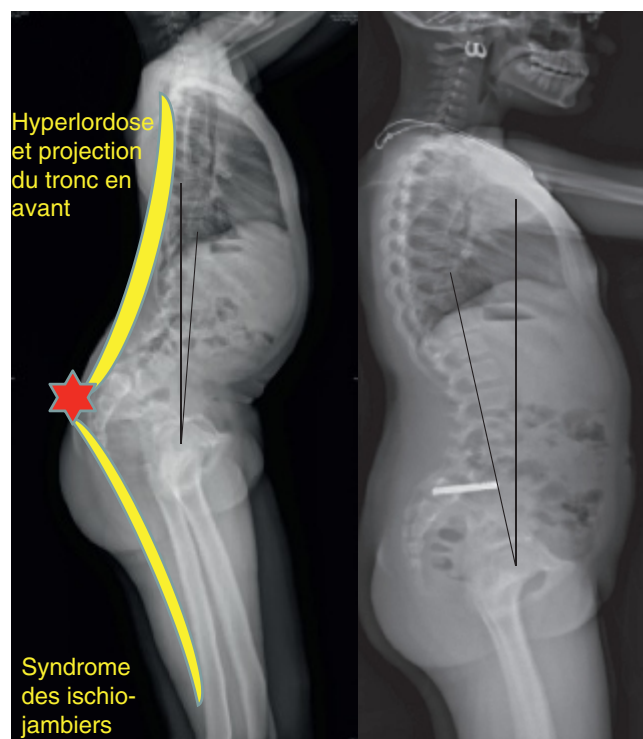


Fig. 27.7

Après arthrodèse *in situ* (à la correction spontanée obtenue par positionnement sur la table en relâchement musculaire complet) par vis rétrograde L5-S1, on observe la restauration d'un bon équilibre sagittal.

On voit en effet la disparition de la translation en avant du tronc et la vertèbre limite supérieure de la lordose thoraco-lombaire ne peut plus se situer au niveau du rachis thoracique et migre plus bas au niveau des vertèbres lombaires proximales.

Bibliographie

Bollini G, Jouve JL, Launay F, et al. Spondylolisthésis de haut grade chez l'enfant : le concept de la double instabilité et son corollaire, la vis sacrolombaire sur mesure. Rev Chir Orthop 2011; 97 : 167–74.

Arthrodèse lombaire intersomatique par voie postérieure (ALIP) pour spondylolisthésis

C. Garin

PLAN DU CHAPITRE

Principes	188
Indications	188
Technique chirurgicale	189
Mise en place des cages intersomatiques	189
Remplissage de la cage	190
Greffe osseuse	190
Quelles cages ?	190
Suites postopératoires	191
Complications	191

La **spondylolyse isthmique chez l'enfant et l'adolescent** est une pathologie peu fréquente dont l'origine est maintenant assez claire : dysplasie locorégionale d'origine congénitale ou traumatique (rôle des facteurs favorisants, notamment les sports à risque). Les conséquences de cette spondylolyse, c'est la possibilité du glissement antérieur de la vertèbre, L5 le plus souvent, ou spondylolisthésis. Le glissement est d'autant plus probable que la lyse survient tôt dans le développement de l'enfant (rôle des paramètres pelviens et de l'équilibre sagittal). L'importance du glissement de L5 par rapport à S1 est définie par le pourcentage du glissement (Meyerding) de 1 à 5 ou spondyloptose. L'arthrodèse intersomatique par voie postérieure ne s'adresse qu'aux stades 0 à 2 (50 % de glissement), car il faut que la surface de contact soit suffisante.

L'**arthrodèse intersomatique lombaire par voie postérieure** est une technique chirurgicale ancienne développée par Cloward, dont Lerat fut le promoteur en France. Longtemps considérée comme dangereuse et difficile techniquement, elle a retrouvé ses lettres de noblesse avec l'apparition des cages intersomatiques, et surtout avec l'adjonction d'un vissage pédiculaire postérieur, élément important pour la stabilité et la restauration de l'équilibre sagittal. C'est une technique chirurgicale de l'adulte, avec les indications suivantes : rachis dégénératif, canal lombaire étroit, spondylolisthésis dégénératif de bas grade, instabilité postdiscectomie. Il existe des indications chez l'enfant : même si elles sont peu fréquentes, elles peuvent rendre de grands services.

Principes

Augmentant la surface de la greffe osseuse intervertébrale, on obtient une greffe à 360° associée à une greffe postéro-latérale. La greffe intersomatique est soumise à des forces de compression dans un environnement bien vascularisé. C'est évidemment un élément de stabilité et de succès à long terme de l'arthrodèse.

Les cages introduites en avant vont permettre la restitution de la hauteur discale, l'ouverture des foramens et assurer la décompression neurologique.

Les cages doivent permettre aussi la correction de la cyphose lombo-sacrée et donc avoir une forme adaptée (lordosante). En tout cas, il faut bannir les cages vissées cylindriques ou à profil parallélépipédique. Elles sont remplies d'os spongieux mélangé ou non à un substitut osseux. Un apport d'os entre les cages est recommandé (Fig. 28.1).

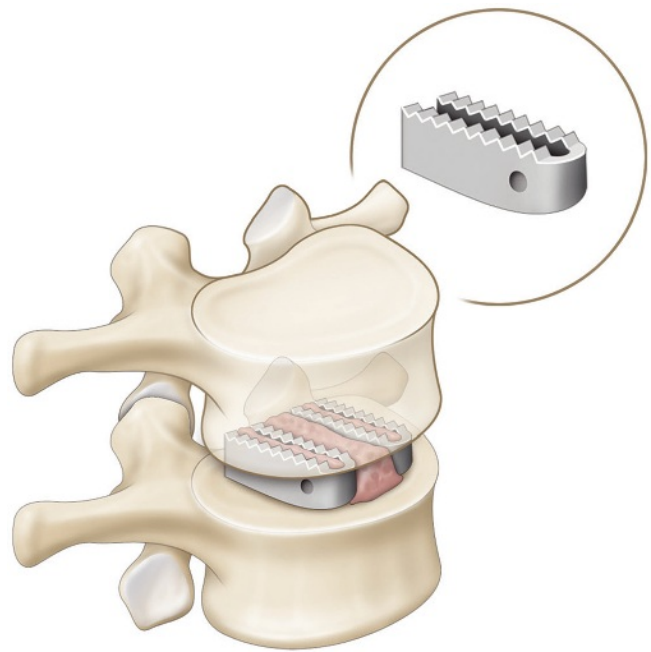


Fig. 28.1
Principe de l'ALIP.

Indications

Chez l'enfant et l'adolescent, on peut utiliser cette arthrodèse dans les spondylolisthésis de bas grade (jusqu'à un grade 2, ou grade 3 réductible). La réduction se faisant tout d'abord par ostéosynthèse postérieure par vis pédiculaires et décompression radiculaire, la greffe intersomatique ajoutant un élément de stabilité.

La chirurgie d'arthrodèse vertébrale dans le spondylolisthésis de bas grade chez l'enfant et l'adolescent est une solution de dernier recours. L'indication n'est portée qu'en cas d'échec du traitement symptomatique, du traitement orthopédique et de la modification de l'hygiène de vie. La persistance de douleurs lombaires et radiculaires invalidantes après un traitement médical bien conduit pendant 6 mois peut être une indication chirurgicale.

Une autre indication, plus rare chez l'enfant, est la correction des hémivertèbres lombaires en association avec des ostéotomies vertébrales pour corriger un départ oblique lombo-sacrée. On utilisera cette fois-ci une seule cage de façon asymétrique.

A priori, il n'y a pas d'arthrodèse intersomatique par voie postérieure au-dessus de L3.

Le bilan préopératoire doit comporter une radiographie de la colonne totale face et profil debout, une IRM et ou un scanner lombaire. Un bilan radiologique de profil lombo-sacrée en hyperextension peut être utile pour apprécier la réductibilité du glissement.

Technique chirurgicale

L'installation ne présente pas de particularité pour cette technique chirurgicale. Sous anesthésie générale, le patient est placé en décubitus ventral, en prenant soin de vérifier la liberté abdominale et l'accès aux membres inférieurs pour pouvoir les mobiliser en cas de nécessité (par exemple, pour relordoser le rachis lombaire par l'extension des hanches sur le bassin). La question du sondage urinaire est controversée, il retarderait la surveillance postopératoire d'éventuelles complications neurologiques (hématorachis). Pour ma part, j'y reste fidèle, surtout chez la fille, et bien sûr lorsqu'est utilisée une analgésie postopératoire, intrathécale ou épidurale.

Le neuro-monitoring n'est pas obligatoire, on peut tout à fait l'utiliser, mais alors il faut le sensibiliser pas une surveillance radriculaire (électromyographie ou EMG).

L'abord postérieur n'est pas spécifique : incision centrée sur l'étage opéré, désinsertion musculaire au ras des structures osseuses jusqu'aux articulaires postérieures et même au-delà pour la greffe intertransversaire complémentaire. On peut ensuite procéder de deux manières différentes, visage pédiculaire en premier puis mise en place des cages, ou bien l'inverse. Nous préférons le vissage pédiculaire en premier : il permet la réduction du glissement et la restauration de la lordose lombo-sacrée, en outre il permet la distraction intervertébrale pour la mise en place des cages. Pour cela, il faut connecter les vis aux tiges préalablement cintrées.

Mise en place des cages intersomatiques

Elles ne nécessitent pas un abord intracanalair extensif. On procède de la même manière des deux côtés. On réalise une résection de l'articulaire supérieure à l'ostéotomie permettant de découvrir l'articulaire inférieure que l'on réséquera au rongeur pour ouvrir le foramen jusqu'au canal lombaire. On découvre ainsi le bord latéral du fourreau dural et la naissance de la racine inférieure. On peut tout à fait conserver le ligament jaune interlaminaire (il protégera le fourreau dural pendant toutes les manœuvres de mise place des cages). Il faut coaguler à la pince bipolaire les veines épidurales de façon très soignée pour ne pas être gêné ensuite par des saignements continus. On découvre alors le disque intervertébral que l'on ouvre au bistouri pointu et on réalise une discectomie classique (Fig. 28.2).

La protection des structures neurologiques se fait grâce à l'ancillaire fourni, la racine supérieure est protégée par la

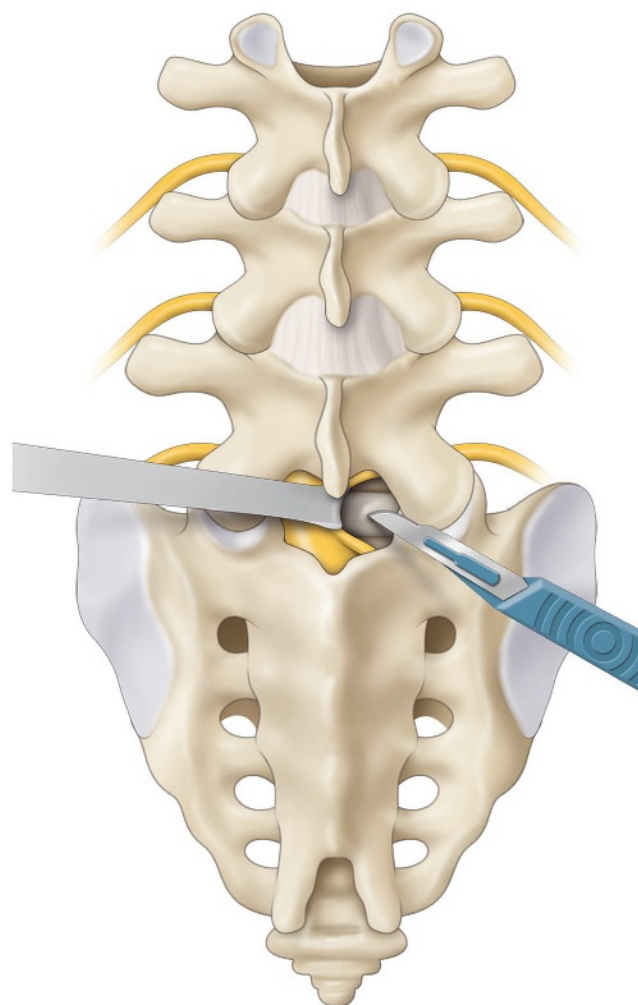


Fig. 28.2

Incision du disque intervertébral L5/S1.

lame sus-jacente (on peut mettre un tampon neurochirurgical par précaution), la racine inférieure est sous la vue et protégée par le rétracteur. La distraction intersomatique est réalisée soit par les distracteurs (ancillaires de pose fournis avec les cages), soit par distraction sur les vis pédiculaires. Cela permet de passer ensuite les instruments (curettes, reamer, pinces à disque) qui vont réséquer la totalité du disque et aviver l'os sous-chondral des plateaux vertébraux. Les distracteurs vont ensuite mesurer la taille des cages par mise en tension des structures ligamentaires (ils sont habituellement étalonnés en millimètres). On les met en place de façon croissante de part et d'autre du fourreau dural. Si on hésite sur la taille, il faut plutôt mettre la taille inférieure afin de pouvoir ensuite mettre en compression les cages tout en restaurant la lordose locale. En effet, les manœuvres de distraction de l'espace discal ont toutes un effet cyphosant.

Remplissage de la cage

Il se fait, à l'idéal, avec de l'os spongieux qui doit être tassé soigneusement. La cage est mise sur le porte-implant. On l'introduit dans l'espace intersomatique après avoir vérifié la protection des structures nerveuses (Fig. 28.3). Il faut la mettre la plus en avant possible, calée contre le mur antérieur (cela permet une relordose de meilleure qualité, une mise en compression et évite à la cage de reculer dans le canal). Entre les cages, il faut combler le plus possible l'espace intersomatique par de l'os (débris de laminectomie mélangé à du substitut osseux). En effet, la surface de contact osseuse des cages est faible, et il est prudent de l'augmenter par un comblement entre les cages (Fig. 28.4).

Grefe osseuse

Elle est primordiale, elle va conditionner la réussite de l'arthrodèse. On peut réaliser un prélèvement iliaque si les débris de laminectomie ne sont pas suffisants. On peut adjoindre un substitut osseux, mais il est illusoire de penser que l'utilisation seule d'un substitut osseux va permettre une fusion osseuse de bonne qualité. Quant aux facteurs de croissance, il n'y a pas d'autorisation de mise sur le marché (AMM) pour l'enfant et l'adolescent.

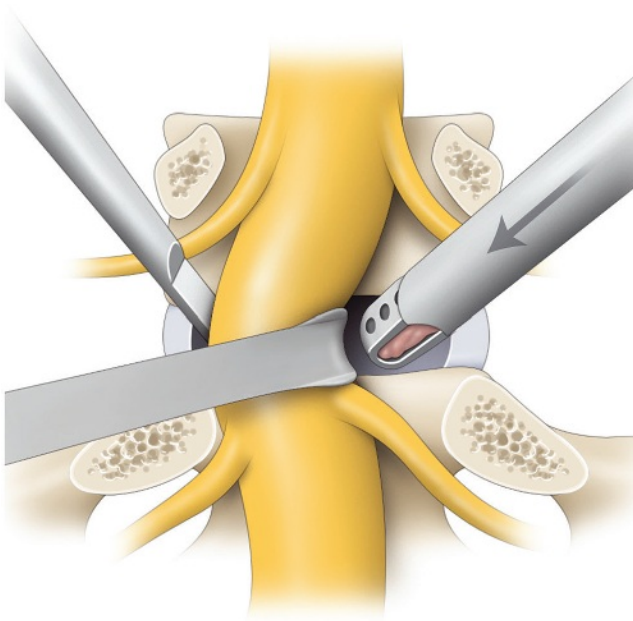


Fig. 28.3

Protection de la racine et du fourreau dural lors de l'introduction de la cage intersomatique par voie postérieure.

Quelles cages ?

Il y en a beaucoup sur le marché, elles sont maintenant en polymère (PeeK) à revêtement poreux ou non, la plupart du temps lordosantes ou bien légèrement biconcaves pour s'adapter aux courbures des plateaux vertébraux convexes. Elles présentent aussi des stries pour limiter leurs migrations (surtout en arrière dans le canal). Certaines sont en forme de haricot et viennent se placer en avant dans l'espace intersomatique : une seule cage est alors nécessaire.

Ensuite, il faut mettre en compression le montage pédiculaire postérieur après cintrage des tiges pour restaurer la lordose lombaire (Fig. 28.5). On termine par

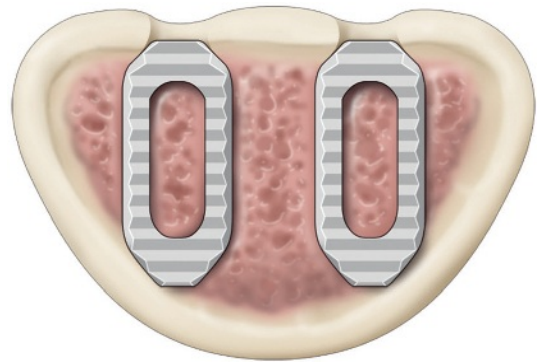


Fig. 28.4

Aspect en coupe transversale des cages intersomatiques en position définitive.

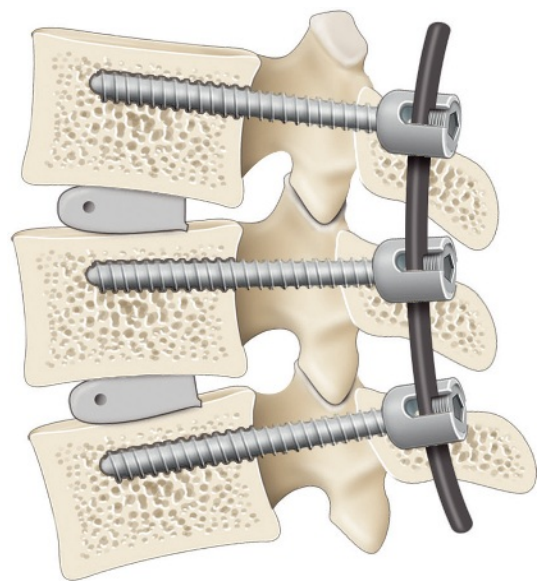


Fig. 28.5

Ostéosynthèse complémentaire par voie postérieure.

un contrôle radiologique de profil pour vérifier la position des cages et des vis pédiculaires. On complète la greffe interlaminaire et intertransversaire. Puis une injection d'analgésique en intrathécale ou via un cathéter péri-dural, selon l'habitude de chacun, est pratiquée. La fermeture de l'aponévrose musculaire lombaire par des points transosseux sur les épineuses permet de réinsérer les masses vertébrales lombaires sur le rachis et limite ainsi l'espace entre rachis et muscles, sur un drain de Redon aspiratif, là encore selon les habitudes de chacun. On réalise enfin des points sous-cutanés et un surjet intradermique au fil résorbable.

Suites postopératoires

- Lever à J1 avec kinésithérapie et reprise de l'alimentation légère le jour même.
- Ablation de la sonde urinaire à J1, ablation du drain et des perfusions à J2.
- Départ dès la reprise de l'autonomie (lever, toilette et habillage seul, monter et descendre les escaliers).
- En moyenne 4 à 5 jours d'hospitalisation.
- La mise en place d'un corset postopératoire est affaire d'école. À mon avis, c'est plus justifié si le montage est long. En règle générale, une arthrodèse intersomatique lombaire sur un étage ne nécessite pas de corset postopératoire.

Complications

Ce sont les complications que l'on rencontre dans la chirurgie vertébrale postérieure avec abord intracanalair et réduction : infections, car c'est une chirurgie longue; plaies dures lors de la mise place des cages; migration en avant ou en arrière des cages; hématorachis postopératoire; lésions neurologiques secondaires à la réduction. On relève également des pseudarthroses, et donc les débricolages du montage, et bien sûr les syndromes de néocharnière à plus long terme.

Bibliographies

- Brantigan JW, Steffee AD, Lewis ML, et al. Lumbar interbody fusion using the Brantigan I/F cage for posterior lumbar interbody fusion and the variable pedicle screw placement system : two-year results from a Food and Drug Administration investigational device exemption clinical trial. *Spine* 2000; 25(11) : 1437–46.
- Cloward RB. Spondylolisthesis : treatment by laminectomy and posterior interbody fusion. *Clin Orthop* 1981; 154 : 74–82.
- Cloward RB. Posterior lumbar interbody fusion updated. *Clin Orthop* 1985; 193 : 16–9.
- Lerat JL, Rubini J, Vincent P, et al. Results de l'arthrodèse lombaire intersomatique par voie postérieure dans le traitement du spondylolisthésis isthmique. À propos de 27 cas revus avec un recul de plus de 10 ans. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1996; 82 : 475–89.
- Reparatrice Appar Mot 1996; 82(6) : 475–89.
- Louisia S, Anract P, Babinet A, et al. Long-term disability assessment after surgical treatment of low grade spondylolisthesis. *J Spinal Disord* 2001; 14(5) : 411–6.
- Meyerding HW. Spondylolisthesis. *Surg Gynecol Obstet* 1932; 54 : 371–7.

Spondylolisthésis de haut grade traité par arthrodèse lombo-sacrée non instrumentée par voie antérieure

C. Glorion

PLAN DU CHAPITRE

Technique opératoire	194
Installation	194
Voie d'abord	194
Mise en place des greffons	195
Fermeture	196
Immobilisation	197

L'arthrodèse lombo-sacrée par voie antérieure est indiquée dans la majorité des cas pour le traitement des spondylolisthésis à grand déplacement symptomatique. C'est la technique que nous allons décrire. L'étroitesse de la région, son encombrement par des éléments vasculaires et nerveux majeurs rendent les instrumentations antérieures difficiles et hasardeuses, même si de très belles techniques ont été décrites comme le vissage antérieur de Jean Debeyre, la plaque antérieure console de Jean-Paul Padovani. L'accès n'est pas simple et l'orientation du disque L5-S1 ne facilite pas la mise en place d'implants intersomatiques par voie antérieure.

Technique opératoire

Nous décrivons la voie sous-péritonéale, ayant abandonné la voie transpéritonéale afin d'en réduire la morbidité.

Installation

L'installation est importante, le patient doit être en hyperlordose lombo-sacrée pour réduire au mieux la cyphose et peut-être la translation. Il faut donner une inclinaison d'environ 10° à la table en remontant les pieds du patient. Une radiographie de contrôle de profil préopératoire donne exactement l'orientation qu'il faudra donner aux greffons.

Voie d'abord

La voie d'abord proposée pour la peau est celle de Pfannenstiel (fig. 29.1) pour des raisons esthétiques. Après

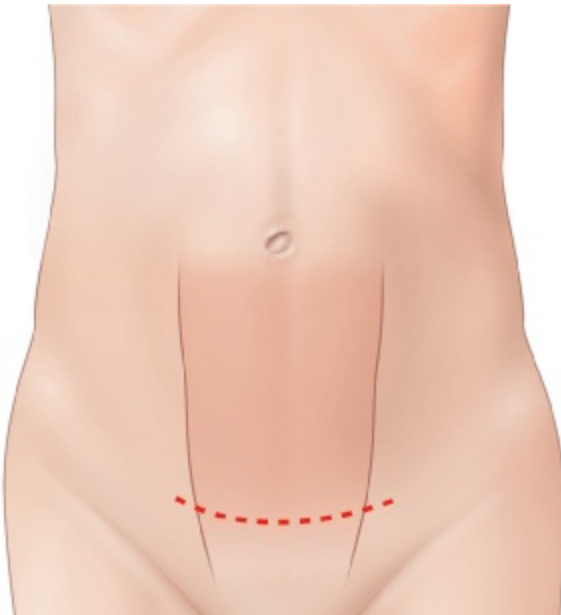


Fig. 29.1

Voie d'abord cutanée de Pfannenstiel.

un décollement sous-fascial jusqu'à l'ombilic, il faut passer à gauche du grand droit gauche (fig. 29.2 à 29.4). On trouve plus facilement l'espace sous-péritonéal en bas et

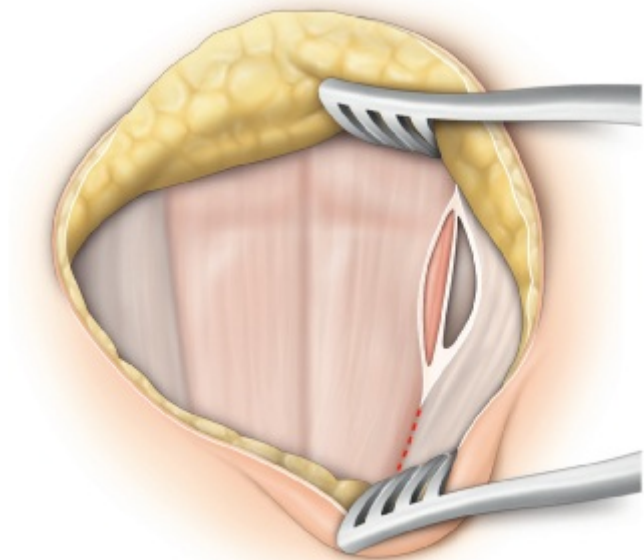


Fig. 29.2

Ouverture de l'aponévrose du grand droit gauche. L'espace sous-péritonéal est plus facile à trouver en bas.

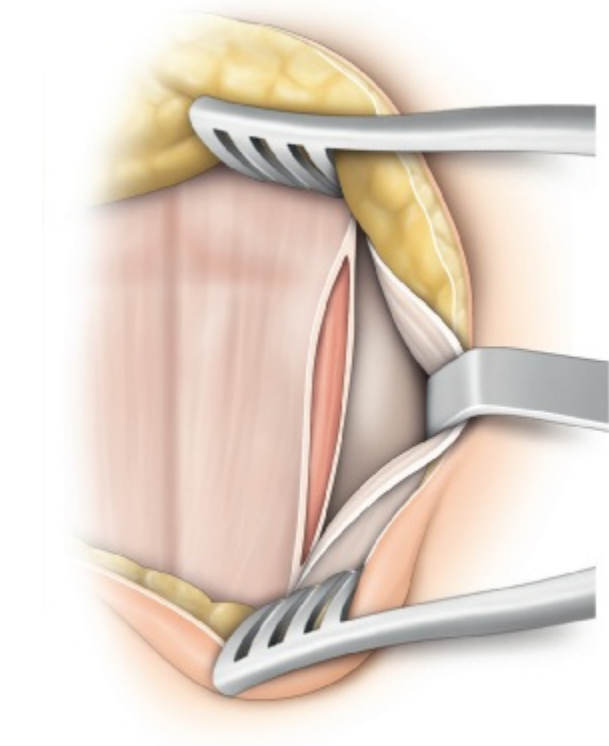
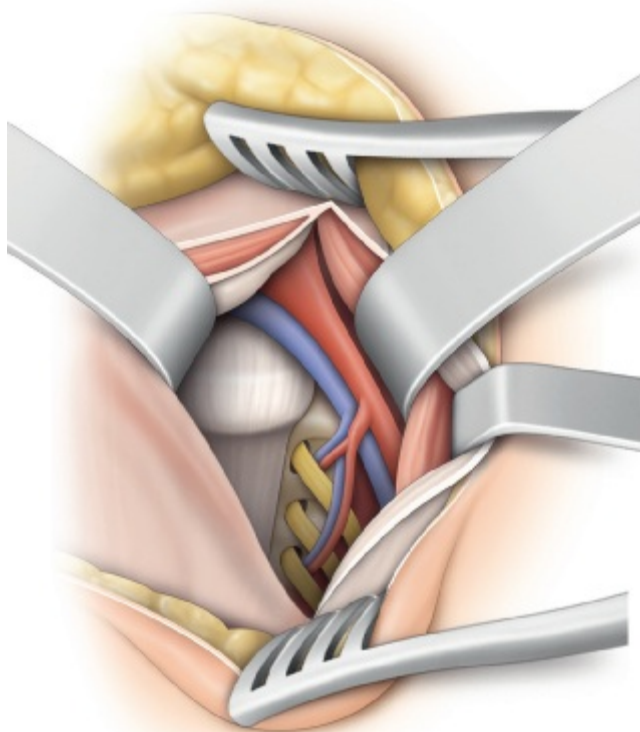
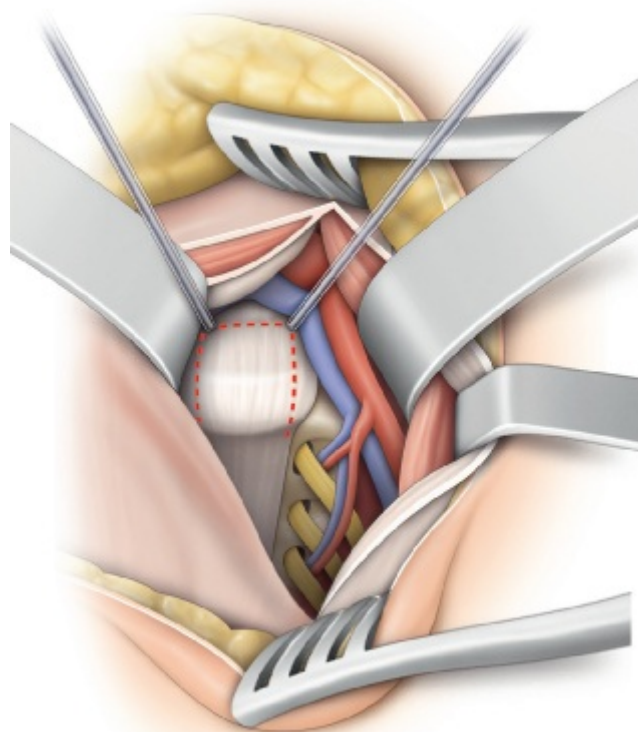


Fig. 29.3

Exposition du péritoine.

**Fig. 29.4****Exposition du disque entre les vaisseaux.**

Le péritoine refoulé à droite permet d'exposer la confluence cave et l'origine des artères iliaques primitives. Le disque L5-S1 apparaît entre les vaisseaux. L'exposition en proximal peut être améliorée par une valve sus-pubienne fixée à 2 piquets de Toupet.

**Fig. 29.5****Préparation du lit de la greffe.**

Les vaisseaux sont réclinés latéralement par 2 broches de 25/100° gainées et le corps de L5 est exposé au-dessus du disque bombant. Un lambeau périosté en U inversé est décollé et le disque L5-S1 est exposé.

en dehors. L'espace trouvé et le décollement fait, il faut ouvrir l'aponévrose du droit jusqu'au niveau de l'ombilic, cela permet de travailler confortablement au niveau du promontoire. Il faut utiliser noisette, tampon monté et doigt pour décoller le péritoine du plan des vaisseaux et accéder au côté droit. On peut utiliser différents types d'écarteurs autostatiques et on aura soin de protéger le péritoine avec des champs abdominaux. Le disque L5-S1 se présente avantageusement dans la confluence cave que l'on va bien rendre libre au plus haut pour bénéficier du meilleur écartement. En écartant à la noisette montée sur une pince de Jean-Louis Faure, on peut latéraliser les éléments qui sont devant la charnière lombo-sacrée. Idéalement, la seule hémostase indispensable est l'artère sacrée moyenne. Il faut bien voir la partie haute de L5 et décoller latéralement pour pouvoir maintenir les vaisseaux écartés à l'aide de deux broches de Kirchner de 25/100° gainées par un drain en Silastic® coulissant qui assurera la protection des viscères et surtout une ablation sans danger (fig. 29.5). L'exposition antérieure est assurée par une

valve malléable ou rigide qui donne la place voulue pour travailler. Le bon niveau est validé par le repérage de la face antérieure du sacrum avec sa concavité.

Mise en place des greffons

Il faut inciser le périoste de L5 en U inversé en descendant sur l'annulus du disque L5-S1.

Avec un long ciseau à frapper de 10, il faut abattre le tiers moyen du corps de L5 en descendant directement sur le plateau sacré (fig. 29.6). Ainsi, en relevant ce gros fragment corporelle de L5, on a accès au disque et au dôme sacré. On peut faire une excision discale assez complète, directement à la pince de Cloward et latéralement et en arrière avec des curettes coudées et des pinces à disque angulées. Ainsi le dôme sacré est bien exposé et il est possible de préparer les trajets des greffons corticaux que nous préférons tibiaux et qui ont été prélevés sous garrot par une incision interne avec du spongieux tibial (fig. 29.7).

Pour faire ce trajet, on creuse deux tranchées sagittales proches des deux murs latéraux de L5. On utilise un ciseau à frapper long de 10. Le trajet est ensuite fait à la curette fine qui permet de trouver le spongieux sacré et ainsi de se guider (souvent verticalement, guidé par le repérage radiographique préopératoire) en sentant les parois du sacrum et ainsi éviter les fausses routes en arrière. Il est important de savoir que le dôme sacré est presque dur comme de la pierre et ce temps d'arthrodèse doit être prudent et minutieux.

Une fois les trajets des greffons faits et leur profondeur validée avec sécurité (c'est-à-dire que l'on connaît la longueur de greffon accepté dans le sacrum) on va les introduire latéralement et sagittalement. Une longueur de greffon de 5 cm, large de 1 cm, est en général suffisante. L'extrémité du greffon doit être taillée plus étroite et plus fine pour rentrer facilement dans les tranchées. Avant de les introduire, et après avoir

parfait l'avivement intersomatique, le spongieux tibial, facile à manier, est introduit dans l'espace intersomatique en arrière et latéralement. Les deux greffons tibiaux sont ensuite introduits, enfoncés en force au chasse-greffon, et doivent venir affleurer le mur antérieur de L5 (fig. 29.8). S'ils sont trop longs, ils seront régularisés à la pince gouge après avoir testé généreusement leur stabilité. On a ainsi l'équivalent d'une cage biologique osseuse corticale. Il ne reste qu'à combler l'espace entre les deux greffons tibiaux avec le fragment corporel de L5 et le reste du spongieux tibial.

Fermeture

Le lambeau périosté prolongé par l'annulus est rabattu par-dessus la greffe et suturé au périoste de L5 dont un petit lambeau avait été préparé lors de l'abord.

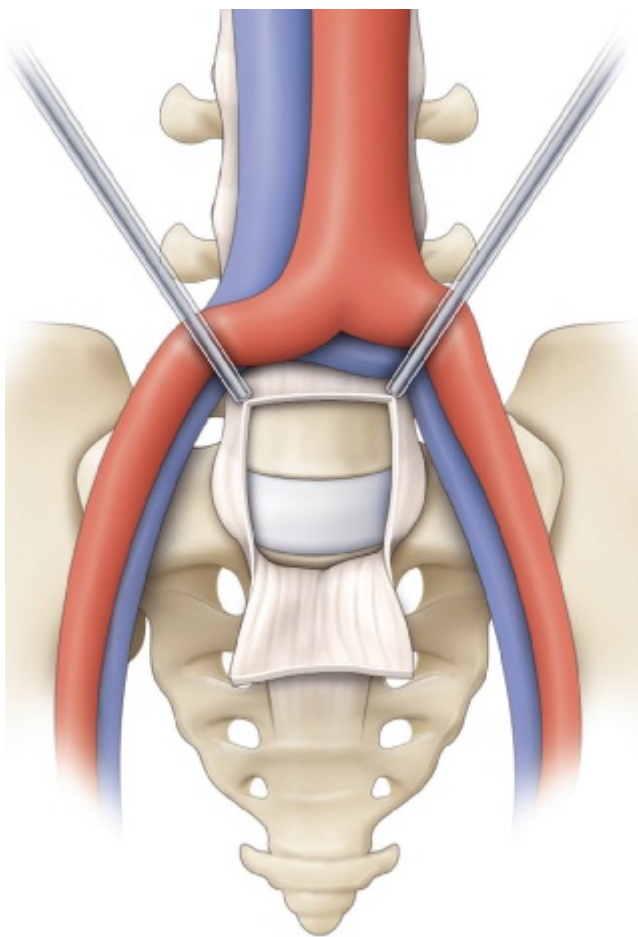


Fig. 29.6

Vue antérieure du corps de L5 et du disque L5S1.

On va pouvoir abattre le 1/3 moyen du corps de L5 à partir de sa partie supérieure (3 mm sous le plateau supérieur de L5).

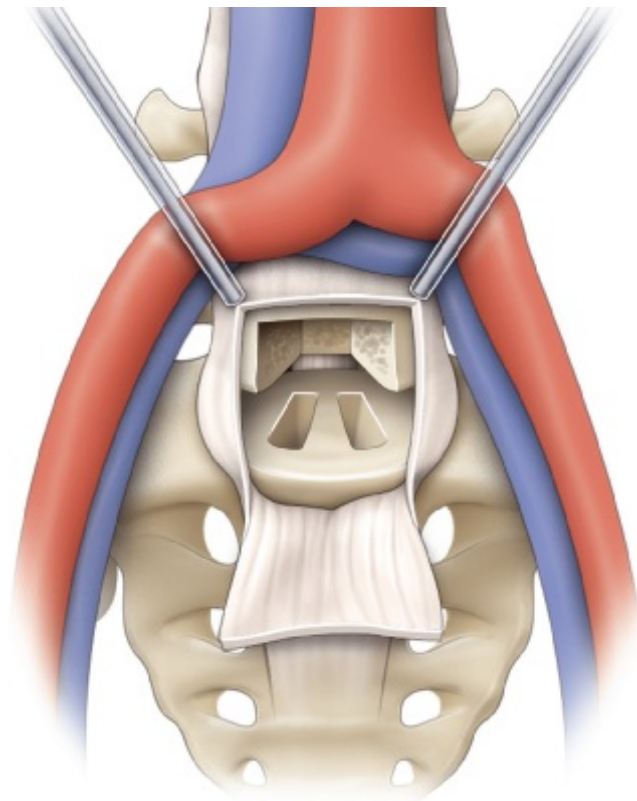


Fig. 29.7

Abord du dôme sacré

Après avoir excisé le disque L5S1, on accède au dôme sacré.

On va pouvoir l'aviver et faire 2 tranchées sagittales latérales pour introduire les greffons tibiaux. Le trajet étant préparé au ciseau frappé et à la petite curette. On peut sentir le contact des parois du sacrum et mesurer la profondeur autorisée pour pousser les greffons.



Fig. 29.8

Vue de profil du positionnement des greffons tibiaux et de l'os spongieux.

Il suffit de retirer prudemment les deux broches en protégeant leur extrémité par la gaine de Silastic® et d'enlever champs et écarteurs. Le péritoine reprend sa place et il ne reste qu'à fermer l'aponévrose du grand droit.

Immobilisation

Cette technique est habituellement précédée par une arthrodèse postéro-latérale L4-S1 et le patient est immobilisé dans des coquilles fabriquées en préopératoire dans la position de réduction de la cyphose lombo-sacrée. L'installation opératoire est d'ailleurs le plus simplement faite dans la coquille postérieure. L'immobilisation postopératoire étant de 4 mois, cette technique ne s'applique que pour l'enfant et l'adolescent.

Hémivertebrectomie

G. Bollini, J.-L. Jouve

PLAN DU CHAPITRE

Concept biologique et conséquences thérapeutiques	202
Résection des éléments postérieurs de l'hémivertèbre	202
Résection de la partie antérieure de l'hémivertèbre	202
Choix des techniques	206

La résection d'hémivertèbre (HV), décrite initialement par Royle en 1928, est devenue une technique couramment utilisée pour les scolioses congénitales évolutives dues à une ou des HV.

Des controverses persistent cependant concernant la voie d'abord (postérieure isolée ou mixte antérieure et postérieure) et l'instrumentation (tige avec vis ou crochets).

Un rappel de l'anatomopathologie des déformations liées à une HV, de même que des conséquences des options thérapeutiques choisies est indispensable avant d'en venir aux techniques proprement dites.

Une HV est située latéralement dans le plan frontal (à l'origine de la scoliose) et plus ou moins postérieurement dans le plan sagittal (à l'origine d'une possible cyphose associée).

Ces deux composantes, scoliose et cyphose, sont évolutives avec la croissance en termes de valeurs angulaires mais aussi en termes de nombres de vertèbres incluses dans le processus torsionnel.

C'est une des raisons pour lesquelles, dès qu'une preuve d'évolutivité existe, il est souhaitable de réaliser l'exérèse d'HV pour éviter l'inclusion avec le temps d'autres vertèbres dans ce processus torsionnel. L'âge idéal serait pour nous l'âge de 3 ans.

Concept biologique et conséquences thérapeutiques

Pour une meilleure compréhension, nous présenterons la résection en deux parties : l'une décrit la résection des éléments postérieurs de l'HV, l'autre la résection de la partie antérieure de l'HV sans tenir compte de la voie d'abord.

Résection des éléments postérieurs de l'hémivertèbre

Quelle que soit la technique utilisée, ce temps reste identique. Souvent l'hémi-lame de l'HV est fusionnée avec une des deux lames adjacentes.

Pour savoir quelle hémi-lame appartient à l'HV, un contrôle fluoroscopique du pédicule de l'HV permet de reconstituer l'anatomie de l'HV.

La résection de l'épineuse puis de l'hémi-lame de l'HV peut alors être entreprise. Les facettes articulaires de l'HV peuvent être manquantes, soudées ou hypoplasiques. Il faut en faire l'exérèse de même que la transverse. Il est alors facile de faire le tour du pédicule de l'HV.

Ce pédicule est alors réséqué de proche en proche en sous-périosté protégeant ainsi les racines de part et d'autre du pédicule.

Une autre option consiste en la résection du processus transverse en région thoracique suivie par l'abord en sous-périosté de la face latérale du corps de l'HV (après avoir réséqué la partie spinale de la côte correspondant à l'HV, côte qui sera utilisée pour la greffe osseuse en fin d'intervention), puis par la résection progressive de l'HV de la périphérie vers le centre.

Résection de la partie antérieure de l'hémivertèbre

La résection de la partie antérieure de l'HV est ici décrite sans tenir compte de la voie d'abord.

Nous avons retenu quatre options pour ce temps opératoire.

Première option : enlever uniquement la partie osseuse de l'HV (fig. 30.1)

Si la résection n'a intéressé que la partie osseuse de l'HV, et si une force de compression est appliquée sur la convexité de la déformation, il peut persister un « vide » après compression qui sera alors comblé par une formation d'os venant des structures de croissance adjacentes restées en place.

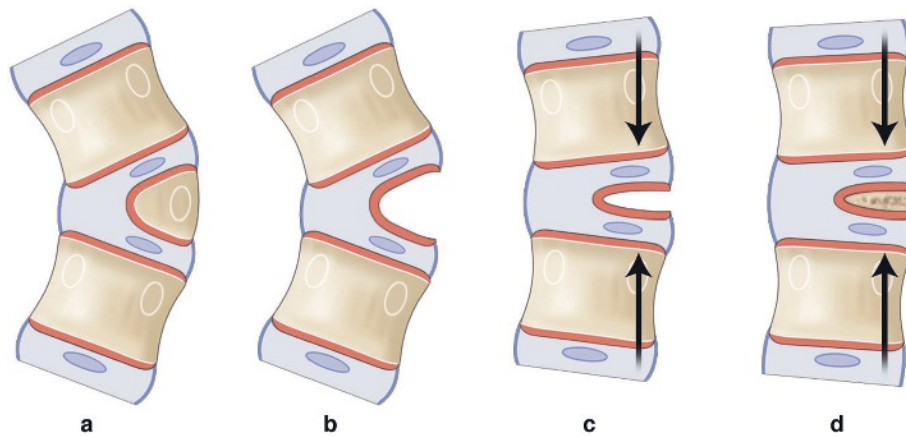
La conséquence positive sera de rétablir de la stabilité en comblant ce « vide », mais la conséquence négative sera de voir réapparaître une récurrence au moins partielle de l'HV.

Ceci explique ce qui est rapporté par Ruff qui parle dans ses complications de « néoformation osseuse sur le site de l'HV ».

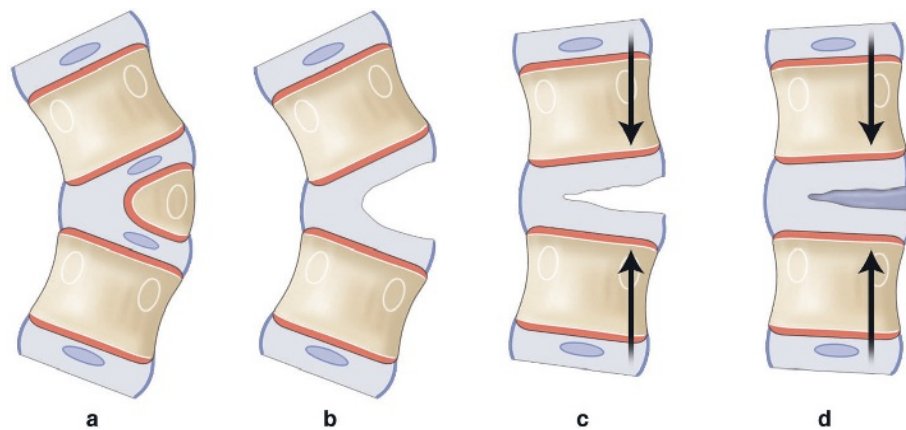
Cette option est celle utilisée dans l'*egg shell procedure* lorsque la résection se fait par un abord postérieur isolé.

Deuxième option (fig. 30.2) : enlever la partie osseuse du corps vertébral ainsi que les structures de croissance qui l'entourent

Si la résection a intéressé la partie osseuse de l'HV ainsi que les structures de croissance qui lui sont propres, et si une force de compression est appliquée sur la convexité de la déformation, il peut persister un « vide » qui sera alors comblé par un tissu fibreux cicatriciel sachant que les structures de croissance des vertèbres adjacentes sont toujours actives.

**Fig. 30.1****Réséction de la partie strictement osseuse de l'hémivertèbre.**

- a. HV à réséquer.
 - b. Les structures de croissance de l'HV demeurent après résection.
 - c. Une force de compression est appliquée.
 - d. Si un écart persiste après compression, il sera comblé par une formation osseuse venant des structures de croissance adjacentes.
- Beige : partie osseuse des vertèbres; rouge : cartilage de croissance; bleu clair : disque.

**Fig. 30.2****Réséction de la partie osseuse du corps vérébral ainsi que des structures de croissance qui l'entourent.**

- a. HV à réséquer.
 - b. Les structures de croissance de l'HV sont réséquées avec le corps vérébral.
 - c. Une force de compression est appliquée.
 - d. Si un écart persiste après compression, il sera comblé par du tissu fibreux cicatriciel.
- Beige : partie osseuse des vertèbres; rouge : cartilage de croissance; bleu clair : disque.

La conséquence négative de cette option sera que la cicatrice fibreuse antérieure obtenue aura une stabilité précaire. La conséquence positive relative est qu'une croissance pourra se poursuivre par les zones de croissance restées intactes des deux vertèbres adjacentes, pouvant agir contre une éventuelle évolution en cyphose mais pouvant aussi avoir un effet délétère sur le matériel mis en place.

Troisième option (fig. 30.3) : réséquer toute l'HV, partie osseuse et de croissance ainsi que les structures de croissance des deux vertèbres adjacentes du côté convexe de la déformation

Cette troisième option est la seule qui permette une vraie épiphysiodèse convexe.

De ces trois options, quelle que soit celle qui sera choisie, il persistera, après avoir appliqué une force de compression du côté convexe de la déformation, un vide résiduel entre les deux vertèbres adjacentes à l'HV.

Ce « vide » sera comblé avec une greffe osseuse si l'on choisit la troisième option et que l'on réalise un abord antérieur et postérieur dans la même intervention. Dans un tel cas, il est préférable d'utiliser une tige et des crochets sus- et sous-lamaires car les lames sont plus résistantes à la compression

que les pédicules chez un enfant en bas âge et la présence du greffon antérieur évite tout risque de cyphose.

Par contre si la résection se fait par un abord postérieur isolé, il ne faut pas utiliser uniquement des crochets sus- et sous-lamaires.

Les crochets n'ayant aucun bras de levier ne peuvent s'opposer à l'évolution en cyphose de la déformation due au « vide antérieur » créé par la résection de l'HV vide dont une partie persistera après mise en compression (fig. 30.4).

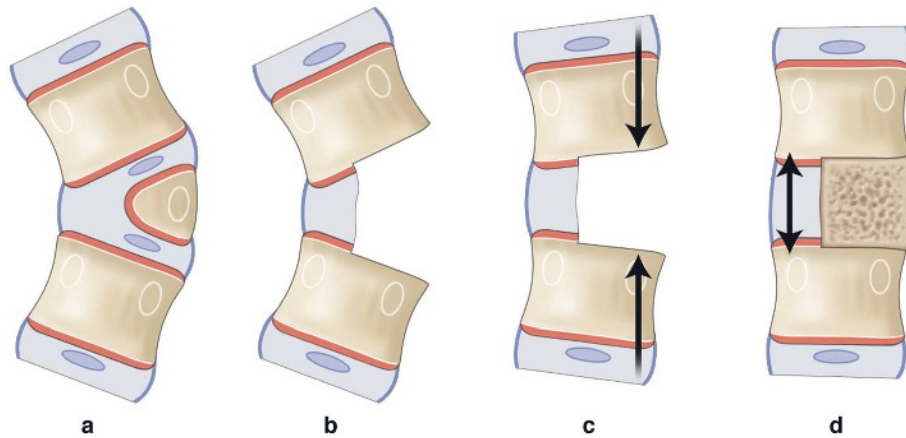


Fig. 30.3

Résection de toute l'HV, partie osseuse et de croissance ainsi que des structures de croissance des deux vertèbres adjacentes du côté convexe de la déformation.

- a. HV à réséquer.
 - b. Les structures de croissance de l'HV sont réséquées avec le corps vertébral ainsi que les structures de croissance des deux vertèbres adjacentes en regard de l'HV.
 - c. Une force de compression est appliquée.
 - d. L'écart résiduel reçoit une greffe osseuse (dans cette configuration une correction additionnelle de la déformation résiduelle peut se produire par la croissance concave).
- Beige : partie osseuse des vertèbres; rouge : cartilage de croissance; bleu clair : disque.

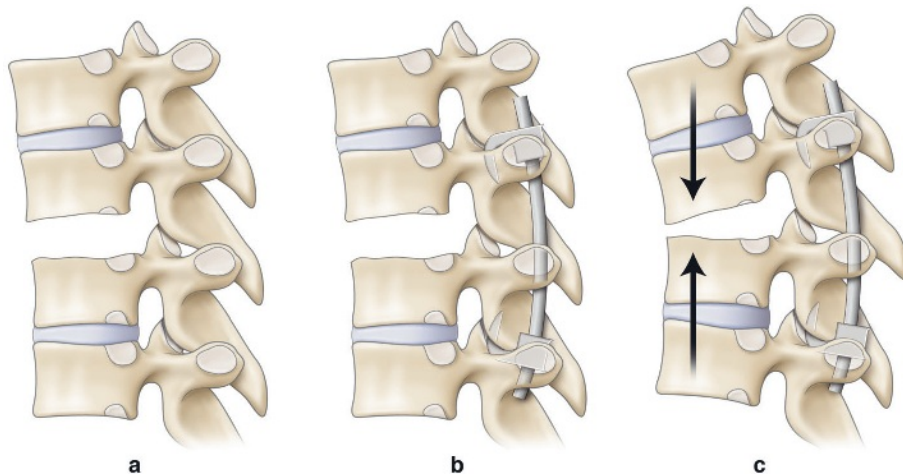


Fig. 30.4

Évolution après résection de l'HV et montage par crochets.

- a. Aspect immédiat après résection de l'HV.
- b. Compression postérieure par tige et crochets.
- c. Évolution en cyphose.

Il faut donc dans ces cas, comme le montre la [figure 30.5](#), faire un montage avec vis pédiculaires et tige. Ce montage a un effet *blount like* empêchant une croissance antérieure tout en permettant d'éviter une évolution en cyphose.

Reste le problème de la fragilité des pédicules chez les enfants en bas âge. La solution est d'utiliser les vis pédiculaires comme indiquées précédemment mais d'y ajouter un montage parallèle avec tige et crochets. La compression se fera avec ce second montage (tige/crochet) alors que le premier montage (tige/vis) sera juste mis en charge sans compression notable en fin d'intervention.

Quatrième option : réséquer la totalité des éléments osseux et de croissance entre les deux corps vertébraux osseux adjacents à l'HV ([fig. 30.6](#))

Cette option correspond en fait à ce que la littérature anglo-saxonne décrit sous l'acronyme de VCR pour *vertebral column resection*.

Elle intéresse des patients en fin de croissance ou adulte et n'entre pas dans le cadre de ce chapitre.

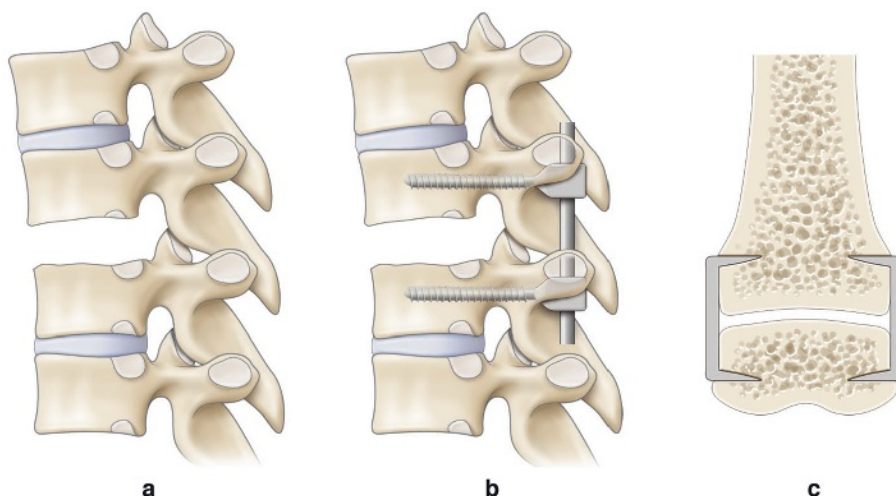


Fig. 30.5

Évolution après résection de l'HV et montage par vis.

- a. Après résection de l'HV.
- b. Compression postérieure par tige et vis pédiculaires.
- c. Effet *blount like* du montage.

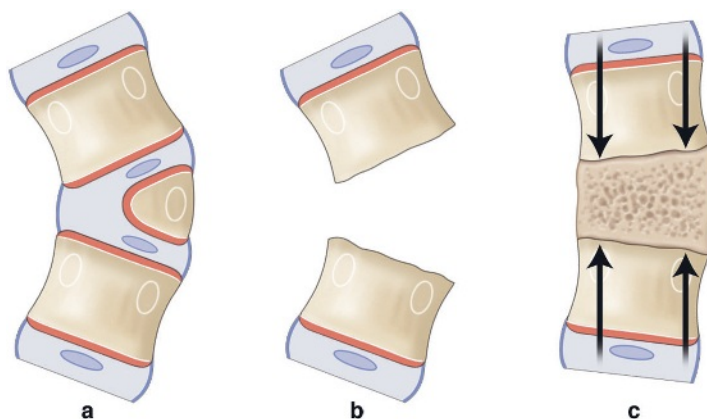


Fig. 30.6

Arthrodèse complète à atteindre.

- a. HV à réséquer.
 - b. Toutes les structures de croissance de l'HV et des vertèbres adjacentes ont été réséquées.
 - c. Une greffe osseuse est mise en place.
- Beige : partie osseuse des vertèbres; rouge : cartilage de croissance; bleu clair : disque.

Choix des techniques

Le choix de la technique dépend du type d'HV et de sa localisation.

Les HV libres en région lombaire chez un enfant en bas âge présentent de très volumineuses structures de croissance qu'il est illusoire de penser pouvoir réséquer en totalité par un abord postérieur isolé. Le danger d'un tel abord est double, laisser des structures de croissance après résection (voir plus haut) et/ou léser des racines en essayant de faire l'exérèse complètes de ces structures. Nous recommandons pour notre part de conserver un double abord, antérieur et postérieur, pour des HV lombaires libres tels que décrit par Bergoin. L'exérèse par voie postérieure isolée sera réservée à des HV évolutives dorsales ou à des HV lombaires non segmentées déformantes.

Si un double abord en un temps est retenu, notre technique consiste à commencer, patient en décubitus ventral, par le temps postérieur. Durant ce temps l'exérèse des éléments postérieurs sera réalisée et l'instrumentation retenue préparée. Une fermeture provisoire de paroi sera alors faite et le patient sera installé en décubitus latéral pour l'abord antérieur. Après que le temps antérieur a été conduit sur l'hémicorps vertébral à réséquer, l'abord postérieur qui aura été inclus dans la préparation de l'abord antérieur sera réouvert.

Le moignon de pédicule restant pourra être poussé en avant par un doigt introduit par l'abord postérieur facilitant l'exérèse de la partie postérieure de l'hémicorps vertébral restant. Cette manœuvre est aussi très utile pour contrôler le saignement toujours notable lors de ce temps.

Après résection, le matériel sera mis en place en arrière et la compression s'effectuera après prélèvement d'une greffe de péroné qui sera positionnée dans deux logettes créées dans les corps vertébraux adjacents de l'HV réséquée. La compression viendra encasturer ce greffon qui évitera toute déformation en cyphose.

Dans les abords postérieurs isolés, nous utilisons la côte réséquée correspondant à l'HV pour faire une greffe postérieure.

La chirurgie d'exérèse des HV se fera après un bilan malformatif complet incluant systématiquement une échographie de l'appareil urinaire et une IRM vertébro-médullaire la plus à même de mettre en évidence des malformations intracanales associées et de classer l'HV en libre, semi-segmentée ou segmentée. Le temps opératoire sera conduit idéalement sous monitoring médullaire ou radiculaire selon le niveau d'exérèse.

Les résultats (fig. 30.7) ont été rapportés par nos soins dans différentes publications en fonction des localisations, thoraco-lombaires, lombaires ou lombo-sacrées.

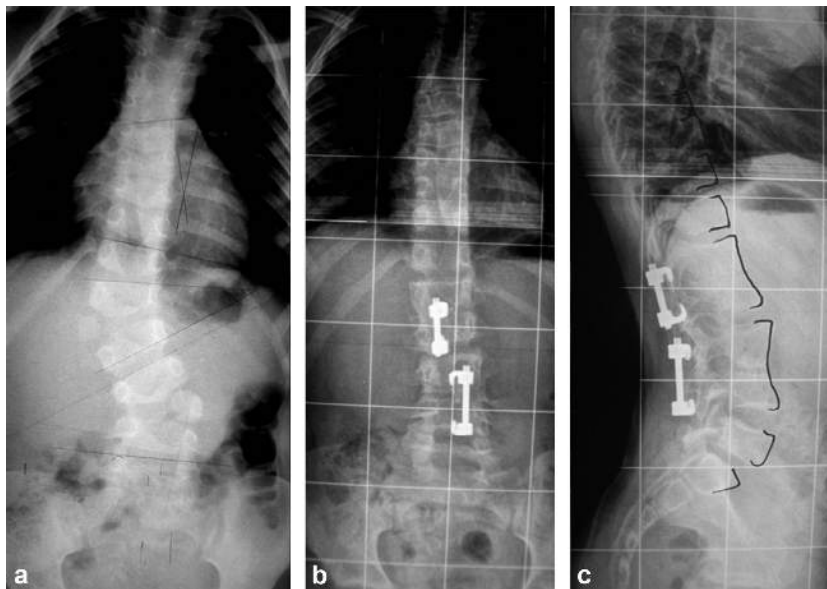


Fig. 30.7

Cas clinique.

- Vue coronale d'un enfant de 1 an porteur de deux HV controlatérales lombaires.
- Résultat en fin de croissance après exérèse à l'âge de 3 ans, vue coronale.
- Vue sagittale en fin de croissance.

Bibliographie

- Bergoin M, Carcassonne M, Choux M. Technique sûre d'exérèse chirurgicale des hémivertèbres. *Rev Chir Orthop* 1981; 67 : 485–93.
- Bollini G, Docquier PL, Viehweger E, et al. Lumbar hemivertebra resection. *J Bone Joint Surg* 2006; 88A : 1043–52.
- Bollini G, Docquier PL, Viehweger E, et al. Lumbosacral hemivertebrae resection by combined approach. *Spine* 2006; 11 : 1232–9.
- Bollini G, Docquier PL, Viehweger E, et al. Thoracolumbar hemivertebrae resection by double approach in a single procedure. *Spine* 2006; 15 : 1745–57.
- Royle ND. The operative removal of an accessory vertebra. *Med J Aust* 1928; 1 : 467–8.
- Ruf M, Harms J. Pedicle screws in 1 and 2 year old children : technique, complications, and effect on further growth. *Spine* 2002; 27 : E460–6.
- Ruf M, Harms J. Posterior hemivertebra resection with transpedicular instrumentation : early correction in children aged 1 to 6 years. *Spine* 2003; 18 : 2132–8.

Épiphysiodèse convexe pour hémivertèbre

P. Journeau, E. Polirsztok, J.-L. Tassin

PLAN DU CHAPITRE

Stratégie chirurgicale et indications	211
Technique chirurgicale	212
Installation	212
Abord postérieur	212
Abord antérieur	213
Soins postopératoires	214

Les risques évolutifs des courbures scoliotiques ou cyphotiques liées à une malformation congénitale vertébrale imposent une prise en charge précoce.

Leur correction chirurgicale nécessite d'en comprendre la génèse et de visualiser les zones malformatives responsables de la déformation. La fréquence des associations malformatives est telle qu'un bilan complémentaire général et local est indispensable. Il comprend une IRM et une tomodensitométrie avec reconstructions tridimensionnelles pour apprécier la morphologie de la moelle et de l'hémivertèbre – libre ou segmentée, hémisegmentée ou fusionnée (fig. 31.1 et 31.2), ainsi que le plus souvent une échographie urinaire et cardiaque dans le cadre du bilan général (fig. 31.3).

Le type de l'hémivertèbre, son mode de progression sur la courbure scoliotique ou cyphotique, et sa position dans l'espace (fig. 31.4), permettant d'imaginer



Fig. 31.1
Hémivertèbre hémisegmentée.

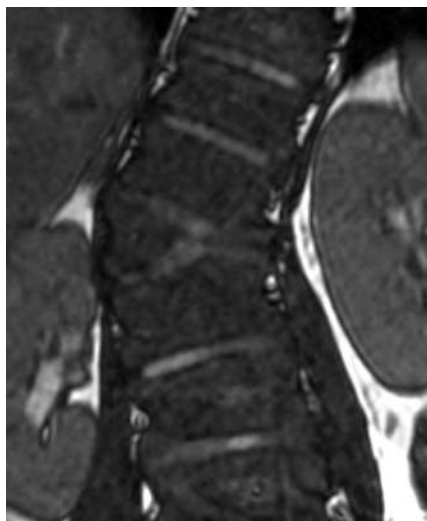


Fig. 31.2
Hémivertèbre libre segmentée en IRM, avec la visualisation des zones de croissance de part et d'autre de la malformation.

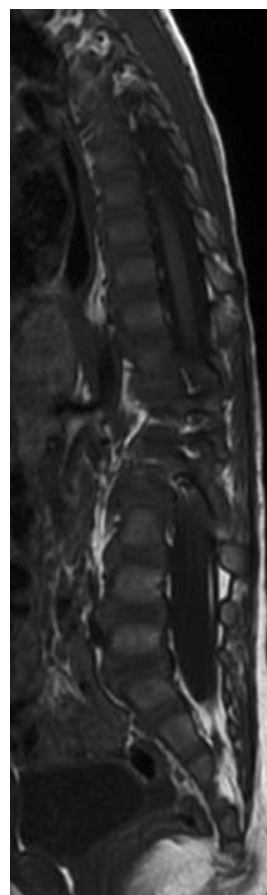


Fig. 31.3
Moelle attachée basse dans le cadre du bilan d'une hémivertèbre.

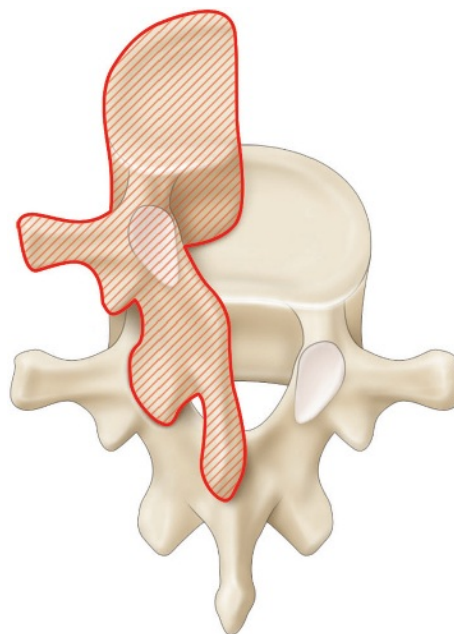


Fig. 31.4
Représentation 3D d'une hémivertèbre (en rouge) retentissant de façon plus ou moins importante sur le corps vertébral ou l'arc postérieur par rapport aux vertèbres sus- et sous-jacentes (en noir).

la déformation maximale selon les vecteurs identifiés sur les coupes frontales, sagittales et axiales, sont les éléments nécessaires à l'établissement d'une stratégie thérapeutique.

Stratégie chirurgicale et indications

L'une des alternatives pour corriger ou ralentir la progression de la courbure est l'épiphysiodèse de la convexité de la région malformative.

Elle repose sur le principe de la poursuite de la croissance sur le versant opposé à la malformation. Elle tente

de prévenir l'apparition des éventuelles déformations compensatrices sus- et sous-jacentes (fig. 31.5).

L'indication idéale serait une hémivertèbre segmentée dont la localisation rend l'excision très difficile ou impossible, sans autre anomalie associée. Toutefois, d'autres anomalies sont susceptibles d'être concernées par cette indication d'hémi-épiphysiodèse. C'est le cas des barres ou hémiblocs vertébraux concaves, pour lesquels l'épiphysiodèse empêche l'aggravation de la déformation, sans espoir de correction en raison de l'absence de zones de croissance concaves. Winter en 1988 considérait comme une contre-indication à l'épiphysiodèse l'absence de zones de croissance concaves, ainsi que la présence d'une composante sagittale dans la déformation. Pour la plupart des auteurs, l'indication des épiphysiodèses convexes concerne des

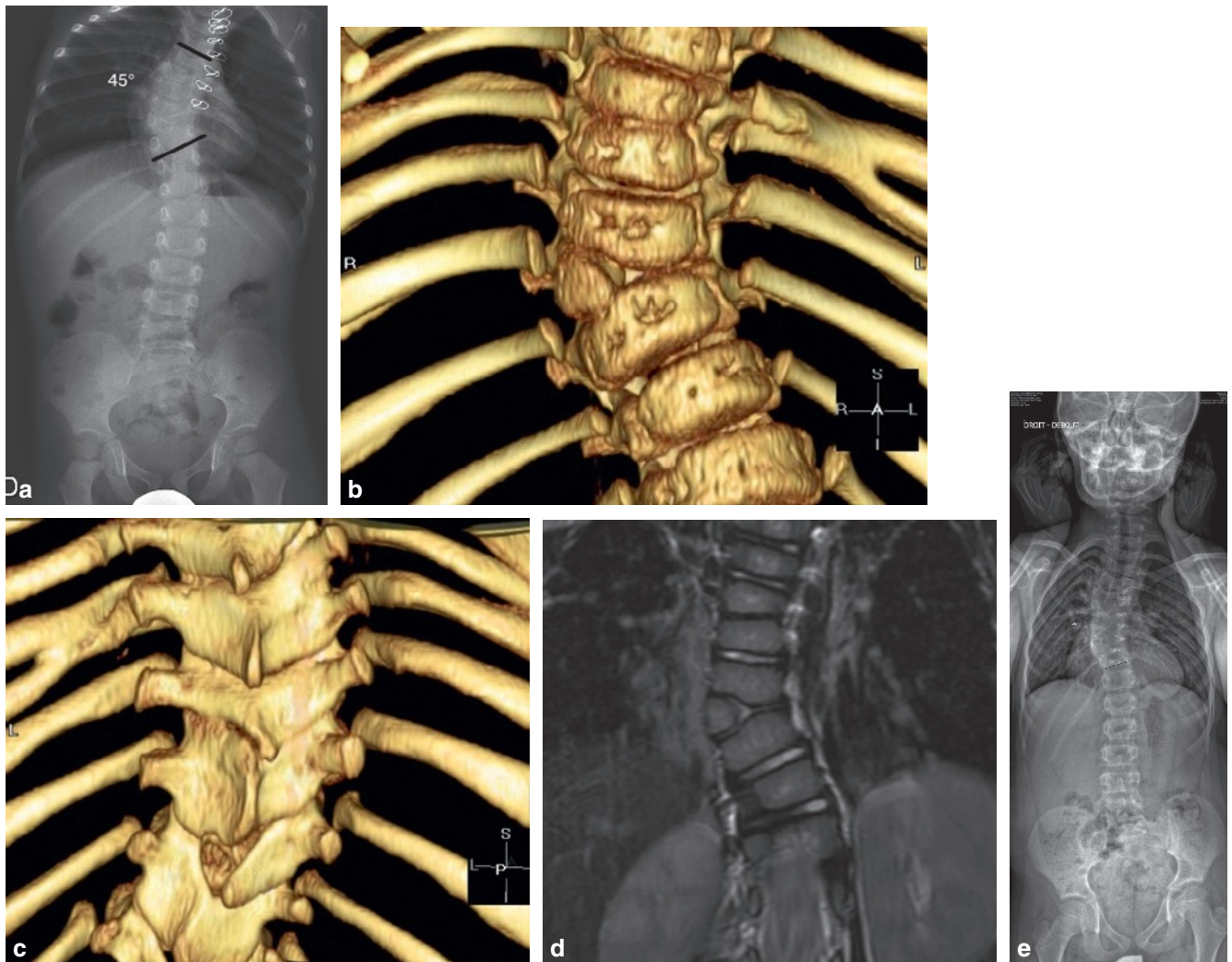


Fig. 31.5

Hémivertèbre thoracique incarcerated chez un enfant de 2 ans aux antécédents de cardiopathie opéré.

L'angulation de 45° (a) est associée à une synostose costale dans la partie concave supérieure (b, c). L'IRM montre la délimitation précise de l'hémivertèbre (d). Réalisation d'une épiphysiodèse convexe antérieure et postérieure à l'âge de 2 ans, comprenant la vertèbre malformative, ainsi que le niveau sus- et sous-jacent à la malformation, et le résultat à l'âge de 8 ans (e).

courbures inférieures à 40°, chez des enfants de moins de 5 ans. L'efficacité serait meilleure en région lombaire qu'en région thoracique.

Technique chirurgicale

Dans le cas typique d'une hémivertèbre, l'hémi-épiphyso-dèse convexe concerne l'hémi-arc postérieur de la vertèbre malformative et la colonne des corps vertébraux.

Installation

Elle est faite pour que les abords postérieur puis antérieur puissent être effectués dans le même temps opératoire, sans avoir à refaire le champage chirurgical, tout en permettant le changement de position. Le tronc de l'enfant est badi-geonné circonférentiellement, maintenu en suspension par les épaules et le bassin, puis le champage est réalisé en enveloppant complètement l'enfant au niveau des membres inférieurs et supérieurs. Il est ensuite déposé en décubitus ventral sur les champs stériles de la table opératoire, sous lesquels ont été déposés les boudins d'appui thoracique et pelvien. La vacuité de la table permet un repérage scopique peropératoire de face et de profil.

Abord postérieur

L'abord chirurgical est économe et ne dépasse pas en hauteur et transversalement les limites prévues de l'épiphy-siodèse, en raison du risque de fusion osseuse liée au simple déperio-stage des arcs postérieurs.

Le niveau de l'incision cutanée médiane est repéré à l'aide de l'amplificateur de brillance. Elle est strictement limitée en hauteur afin de ne pas exposer inutilement des vertèbres qui ne seraient pas à fusionner. Une fois le tissu sous-cutané franchi, l'aponévrose est sectionnée longitudinalement à 2 ou 3 mm du côté de la zone à fusionner, pour ne pas entraîner d'effet délétère du côté concave. Seule la partie convexe de l'arc postérieur malformatif est ensuite déperio-stée, sans détériorer le ligament inter-répineux. Le repérage visuel peut être rendu difficile par les modifications anatomiques. Il faut se méfier d'une éventuelle déhiscence d'un arc, risque de pénétration intracanalair.

L'abord chirurgical et la fusion convexe sont limités à l'arc postérieur malformatif ou étendus à l'arc sus- et sous-jacent lorsqu'il existe une composante cyphotique dont on attend la correction par la croissance résiduelle.

L'avivement de l'arc postérieur respecte les limites proximales et distales établies avant l'intervention (fig. 31.6). La résection des facettes articulaires convexes est nécessaire, car elles comportent également des zones de croissance. Une greffe osseuse prélevée aux dépens de l'une des crêtes iliaques postérieures est appliquée sur le lit d'avivement convexe sans déborder les limites fixées.

Dans la stratégie conventionnelle, aucune instrumentation n'est requise.

Les cas particuliers concernent les zones jonctionnelles, le plus souvent thoraco-lombaire, qui sont en cyphose, et pour lesquelles la croissance résiduelle antérieure, après la fusion postérieure, risque d'être insuffisante pour restituer à terme un profil satisfaisant. Dans ces situations, deux procédures additionnelles sont employées, seules ou en association : la première est la résection de l'arc postérieur

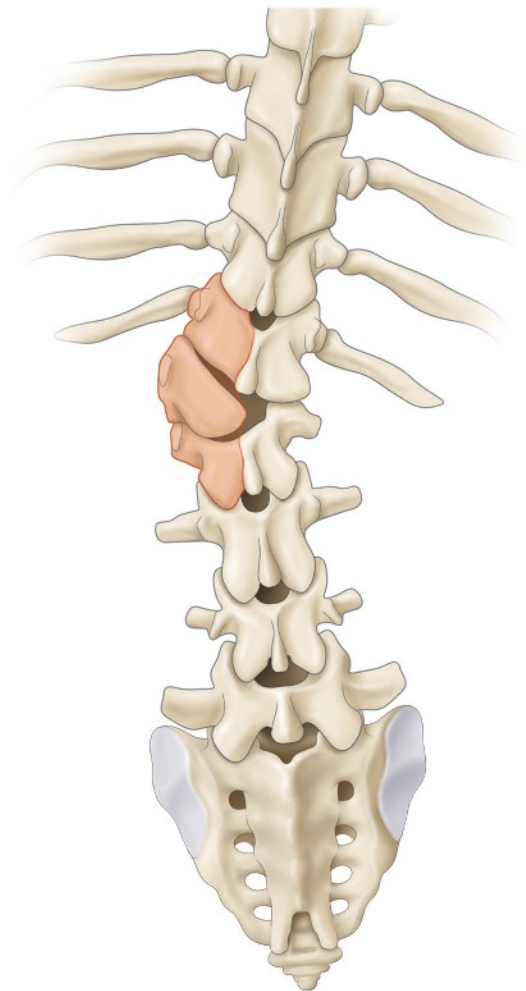


Fig. 31.6

Zone rosée schématisant la zone d'épiphyso-dèse postérieure unilatérale en ayant réséqué les facettes articulaires au niveau de l'arc malformatif, et en complétant la greffe osseuse sur l'hémi-arc postérieur sain sus- et sous-jacent à la vertèbre malformative.

malformatif, qui permet de réduire en partie la cyphose. L'os réséqué est utilisé comme greffe. La seconde est l'adjonction d'une instrumentation postérieure par vis ou crochets en compression, exclusivement convexe, visant à réduire la composante cyphotique, et à augmenter l'effet d'épiphysiodèse. Cette instrumentation a d'autant plus d'effet que tout ou partie de l'arc postérieur malformatif a été réséqué.

La fermeture s'effectue en rapprochant les plans musculaires et en suturant l'aponévrose, toujours en respectant les tissus concaves. Le drainage est le plus souvent inutile.

Abord antérieur

Une fois l'incision postérieure suturée, l'enfant est positionné par les opérateurs en décubitus latéral droit ou gauche, selon la convexité à aborder. Le champage ayant été réalisé de façon circulaire, ce changement est aisé et rapide.

Dans les localisations thoraciques, l'abord est fait par thoracotomie. Après avoir pris soin de compter toutes les côtes, car elles peuvent être en nombre asymétrique entre la droite et la gauche, et aidé par un repérage scopique, l'abord est réalisé dans un espace intercostal, sans résection de la côte.

L'abord antérieur est en réalité latéral, et l'opérateur visualise sans difficulté le sommet de la convexité. Après l'ouverture longitudinale de la plèvre pariétale sur la face latérale du rachis, l'alternance de la saillie des disques et de

la dépression des corps vertébraux est visualisée. La partie antérieure de l'hémivertèbre est triangulaire à base latérale. Il n'est pas indispensable, lors d'une épiphysiodèse latérale, de lier de principe les pédicules vasculaires, mais l'étroitesse des corps vertébraux le rend parfois nécessaire. Le risque neurologique lié à la ligature des vaisseaux dans les hémivertèbres a été bien évalué par Tsirikos qui n'a pas constaté de risque accru, malgré l'association fréquente à une anomalie médullaire.

Après la confirmation des niveaux, les disques intervertébraux sont excisés ainsi que les plaques de croissance des vertèbres qui sont bien individualisables, grâce à une interface entre l'os du corps vertébral et la plaque proprement dite, que l'on détache assez aisément à l'aide d'une spatule large légèrement tranchante. La plaque détachée est réséquée à la pince gouge.

Au niveau de l'hémivertèbre, il faut prendre garde à ne pas aller trop loin sur le versant opposé, de manière à conserver la croissance résiduelle concave (fig. 31.7).

Le nombre de niveaux discaux à réséquer fait l'objet d'une réflexion, à l'instar de ce que l'on fait lors de l'abord postérieur : il faut en effet supprimer l'effet de croissance de la vertèbre malformative, mais également corriger la courbure déjà instaurée. Dans cette perspective, il est recommandé d'effectuer une épiphysiodèse des vertèbres sus- et sous-jacentes à la malformation. L'excision discale concerne donc les disques et plaques de croissance adjacents à l'hémivertèbre, mais également ceux des vertèbres immédiatement au-dessus et au-dessous de la malformation.



Fig. 31.7

Aspect frontal d'une déformation liée à une hémivertèbre.

Les zones en rouge correspondent à l'épiphysiodèse convexe antérieure à réaliser de part et d'autre de la vertèbre malformative, ainsi qu'au niveau de la vertèbre saine sus- et sous-jacente.

Une greffe osseuse est intercalée dans les espaces intervertébraux pour obtenir la fusion. Comme seul un effet d'épiphysiodèse est recherché par fusion osseuse, aucune instrumentation n'est théoriquement requise. Toutefois, il a été observé des reprises de croissance par pseudarthrose, ou peut-être liées à des résections insuffisantes, de sorte qu'une révision systématique de la greffe a été proposée par certains auteurs à partir du 6^e mois postopératoire, ce d'autant que l'enfant est jeune, car la masse cartilagineuse vertébrale est alors prédominante et la fusion osseuse d'autant plus difficile à obtenir.

Une instrumentation antérieure visant à maintenir en compression les espaces réséqués et greffés apporte un élément de réponse, quoique non exclusif.

Cet abord antérieur peut également être réalisé sous contrôle endoscopique plutôt que par thoracotomie. Parmi les avantages escomptés, on retient la diminution du risque de synostose costale que l'on observe chez les enfants jeunes après une thoracotomie. Il faut prendre soin, lors de cet abord, à ne pas dépérioster les côtes.

Dans les localisations lombaires, l'abord est rétropéritonéal, selon une incision cutanée qui suit le bord médial de la crête iliaque. Après l'ouverture des muscles larges de l'abdomen, la dissection se poursuit au doigt ou à l'aide d'une compresse humide, pour s'insinuer dans l'espace cellulo-graisseux qui sépare le péritoine du muscle iliaque. Il faut prendre garde en avant à l'uretère ainsi qu'aux vaisseaux iliaques. Le rachis est masqué par le muscle psoas, qu'il est nécessaire de récliner progressivement en arrière. Une fois le rachis dégagé, l'intervention est identique à celle décrite par voie thoracique.

Dans les localisations thoraco-lombaires, l'abord chirurgical est plus extensif. En effet, une thoraco-phrénolaparotomie est nécessaire, en passant le plus souvent dans le 10^e espace intercostal. Une fois le thorax ouvert, l'abord se poursuit par une lombotomie rétropéritonéale comme décrite précédemment. Pour relier les deux zones, une phrénotomie radiaire est pratiquée après avoir dégagé la région rétropéritonéale, en laissant 1 cm de muscle en périphérie pour le réinsérer ultérieurement. Si l'enfant est mince, et que la localisation est en L1, on peut parfois se contenter de désinsérer partiellement les piliers du

diaphragme, sans phrénotomie complète. L'épiphysiodèse est ensuite menée comme précédemment.

La fermeture de ces différents abords s'effectue sur un drainage thoracique et rétropéritonéal après avoir réinséré l'ensemble des muscles.

Soins postopératoires

La principale difficulté de l'épiphysiodèse convexe réside dans l'obtention de la fusion, comme en témoigne la révision de la greffe parfois préconisée. Si l'une des raisons tient à la nature très cartilagineuse des vertèbres chez le jeune enfant, l'autre cause est la difficulté de réaliser une immobilisation stricte du segment opéré, indispensable pour obtenir la fusion osseuse.

L'enfant est immobilisé pour une période postopératoire de 3 mois. Le plâtre reste le matériau de choix le plus facile à mouler sur un petit enfant.

S'il est simple d'immobiliser le segment thoracique ou thoraco-lombar, le segment crural homolatéral est inclus dans l'appareil plâtré lorsque l'épiphysiodèse est lombaire basse.

La surveillance est ensuite indispensable jusqu'en fin de croissance pour dépister et traiter toute aggravation.

Bibliographie

- Bollini G, Jouve JL. Malformations congénitales du rachis. In : Appareil locomoteur. Encycl Méd Chir. Paris : Elsevier ; 2000. p. 18. 15-890-A-10.
- Bouyer B, Dromzee E, Thevenin-Lemoine C, et al. Techniques chirurgicales dans le traitement des malformations congénitales du rachis. 2, In : Techniques chirurgicales—Orthopédie—Traumatologie. Encycl Méd Chir, 7. Paris : Elsevier ; 2012. p. 1–16. article 44-199, 2.
- Debnath UK, Goel V, Harshavardhana N, et al. Congenital scoliosis – Quo vadis? Indian J Orthop 2010; 44 : 137. 14.
- Marks DS, Sayampanathan SR, Thompson AG, et al. Long-term results of convex epiphysiodesis for congenital scoliosis. Eur Spine J 1995; 4 : 296–301.
- Thompson AG, Marks DS, Sayampanathan SR, et al. Long-term results of combined anterior and posterior convex epiphysiodesis for congenital scoliosis due to hemivertebrae. Spine 1995; 20 : 1380–5.
- Winter RB, Lonstein J, Davis F, et al. Convex growth arrest for progressive scoliosis due to hemivertebrae. J Pediatr Orthop 1988; 8 : 633–8.

Kyphectomie pour myéloméningocèle (spina bifida)

K. Abelin-Genevois

PLAN DU CHAPITRE

Objectif de la chirurgie	216
Installation	216
Geste chirurgical	217
Voie d'abord et mise en place des implants	217
Ostéotomie de soustraction vertébrale	217
Suites opératoires	219



Points clés

- La cyphose rachidienne dans un contexte de spina bifida est une déformation rigide et sévère qui survient sur une forme thoracique de myéloméningocèle (MMC) avec paraplégie complète. La prise en charge chirurgicale nécessite la réalisation d'une ostéotomie vertébrale.
- Le bilan préopératoire doit anticiper toutes les difficultés techniques inhérentes à cette pathologie malformative du rachis lombo-sacré :
 - problématique de l'ancrage osseux, en particulier la fixation pelvienne;
 - problématique de la couverture cutanée : la peau cicatricielle adhère sur le rachis exposé (risque de désunion et d'infection du site opératoire élevé);
 - problématique de la croissance (guidage) : chirurgie parfois très précoce.

Le spina bifida résulte d'un défaut de fermeture du tube neural qui survient à la fin du premier mois de vie embryonnaire. La cyphose survient chez 15 % des patients, elle est d'autant plus fréquente que le dysraphisme est haut. Il s'agit le plus souvent d'une déformation rigide et parfois complexe par l'association d'une déviation scoliotique et de malformations vertébrales ou sacrées. L'aggravation est constante, favorisée par l'aplasie musculaire et aboutit à un effondrement du tronc ainsi qu'à une rétroversion pelvienne dans les formes évoluées (fig. 32.1).

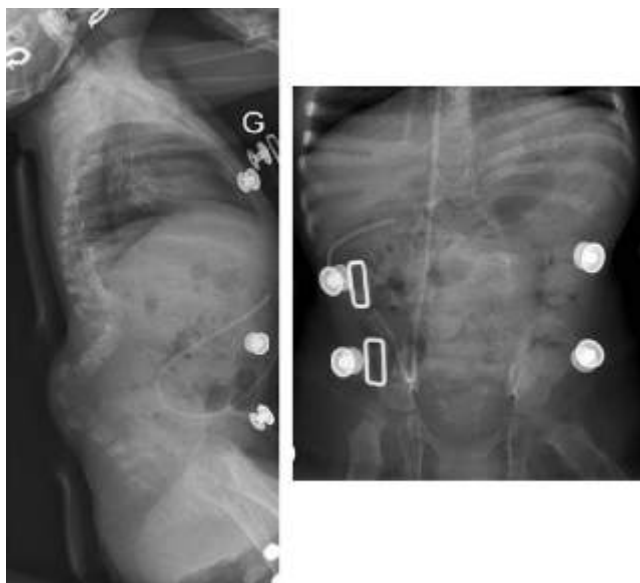


Fig. 32.1

Myéloméningocèle thoracique.

Paraplégie complète, niveau T10. Hydrocéphalie (dérivation ventriculopéritonéale). Cyphose lombo-sacrée avec inversion du sacrum.

Tableau 32.1 Planification et préparation préopératoire

Sur le plan général	Sur le plan chirurgical
<ul style="list-style-type: none"> – Bilan respiratoire (préparation respiratoire par ventilation non invasive) – Bilan cardiaque – Bilan infectieux – Bilan rénal (patients incontinents, sondages intermittents) – Évaluation de l'état nutritionnel – Capital osseux (ostéopénie courante) – Dépistage d'une carence martiale et stratégie d'épargne sanguine 	<ul style="list-style-type: none"> – Radiographie du rachis entier couché face et profil – Cliché de réductibilité sur billot – Scanner avec reconstruction 3D permettant d'évaluer les solutions d'ancrage de l'ostéosynthèse vertébrale (présence et taille des pédicules disponibles, malformation du sacrum, anatomie précise des éventuelles malformations vertébrales associées) – IRM et contrôle de valve de dérivation ventriculopéritonéale (avis neurochirurgical systématique) – Capital cutané : temps de préparation par expandeurs cutanés

L'indication opératoire est portée devant une déformation importante qui limite la station assise du fait de douleurs par conflit costo-iliaque, de la gêne respiratoire, de la compression abdominale, idéalement avant la survenue d'ulcérations cutanées chroniques à l'apex de la cyphose, qui accroissent le risque d'une infection osseuse.

Le traitement chirurgical consiste en une vertèbrectomie de soustraction et une arthrodèse. Un montage sans fusion peut être indiqué chez les plus jeunes en zone thoracique. Les résections vertébrales ont mauvaise réputation en raison du taux élevé de complications justifiant une planification et une préparation chirurgicale (tableau 32.1).

Objectif de la chirurgie

Restaurer l'alignement sagittal compatible avec une station assise stable et confortable.

Installation

Le patient est installé en décubitus ventral sur une table opératoire radio-transparente en veillant à dégager l'abdomen de tout appui. En fonction de l'âge et de la taille du patient, il peut être plus aisé de l'installer sur des coussins mousse (fig. 32.2).

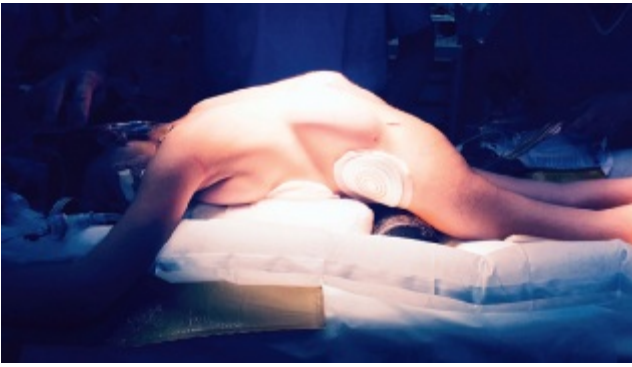


Fig. 32.2
Installation.

Geste chirurgical

Voie d'abord et mise en place des implants

L'abord postérieur est médian sauf au niveau de la zone cicatricielle adhérente qui sera réséquée. La fermeture cutanée peut être difficile en cas d'adhérences cicatricielles importantes et peut être anticipée par la mise en place d'expandeurs cutanés (fig. 32.3). L'abord de l'apex est latéralisé, exposant les apophyses transverses et les éventuels pédicules vestigiaux avant de repérer le sac dural.

Après dissection prudente, et si cette ligature n'a pas été préalablement réalisée par le neurochirurgien, le sac dural est ligaturé afin de limiter le risque de fuite de liquide céphalo-rachidien (LCR). Lors de cette dissection, une hémostase soigneuse des éventuelles veines épidurales est réalisée à l'aide de la pince bipolaire et de cotons hémostatiques. L'abord est médialisé dans la zone non malformative. Pour un montage proximal sans fusion, les tiges sont placées sous l'aponévrose.

Une fois l'ensemble des arcs postérieurs exposés, on place les points d'ancrage osseux.

En zone lombaire, l'absence d'arcs postérieurs indique l'utilisation de vis pédiculaires. Les vis poly-axiales facilitent la réduction et limitent les contraintes lors de la réduction. L'utilisation d'une tige cintrée pour la fixation intrasacrée permet un appui antérieur avec un important bras de levier, permettant de corriger la rétroversion pelvienne tout en offrant une fixation distale solide (technique de Jackson : fig. 32.4).

Parfois, le sacrum est malformatif voire siège d'une agénésie partielle ou totale. On pourra alors réaliser une fixation iliaque selon la technique de Galveston. La



Fig. 32.3
Mise en place d'expandeurs cutanés (cerclés en bleu).

technique de McCarthy, dérivée de celle de Galveston, consiste à cintrer les tiges de façon à s'appuyer sur les ailerons sacrés (fig. 32.5). Elle offre une fixation stable et symétrique.

La fixation proximale est moins problématique avec la possibilité de mettre en place des vis pédiculaires ou, dans la zone non malformative, des ancrages postérieurs de type crochets ou liens sous-lamaires, offrant un ancrage résistant aux forces d'arrachement.

Un montage à quatre tiges avec dominos peut permettre une correction plus aisée et un bras de levier moins important (fig. 32.6). Ce type de montage permet également d'envisager des montages proximaux sans fusion avec la possibilité de distraction vertébrale à la carte au cours de la croissance.

Ostéotomie de soustraction vertébrale

Selon l'importance de la déformation et la simulation préopératoire, on choisira soit une ostéotomie en coin avec charnière antérieure (équivalent d'une ostéotomie transpédiculaire), soit une résection vertébrale sur plusieurs niveaux. Elle est réalisée les implants en place. La réduction sur deux tiges de distal en proximal permet de réduire la rétroversion pelvienne et de fermer l'ostéotomie. La manœuvre sera aidée par la mise en extension des hanches qui aura été anticipée par l'installation.

Le montage est alors verrouillé. L'avivement postérieur est augmenté des produits de résection osseuse. On vérifie ensuite à l'aide de l'amplificateur de brillance l'alignement

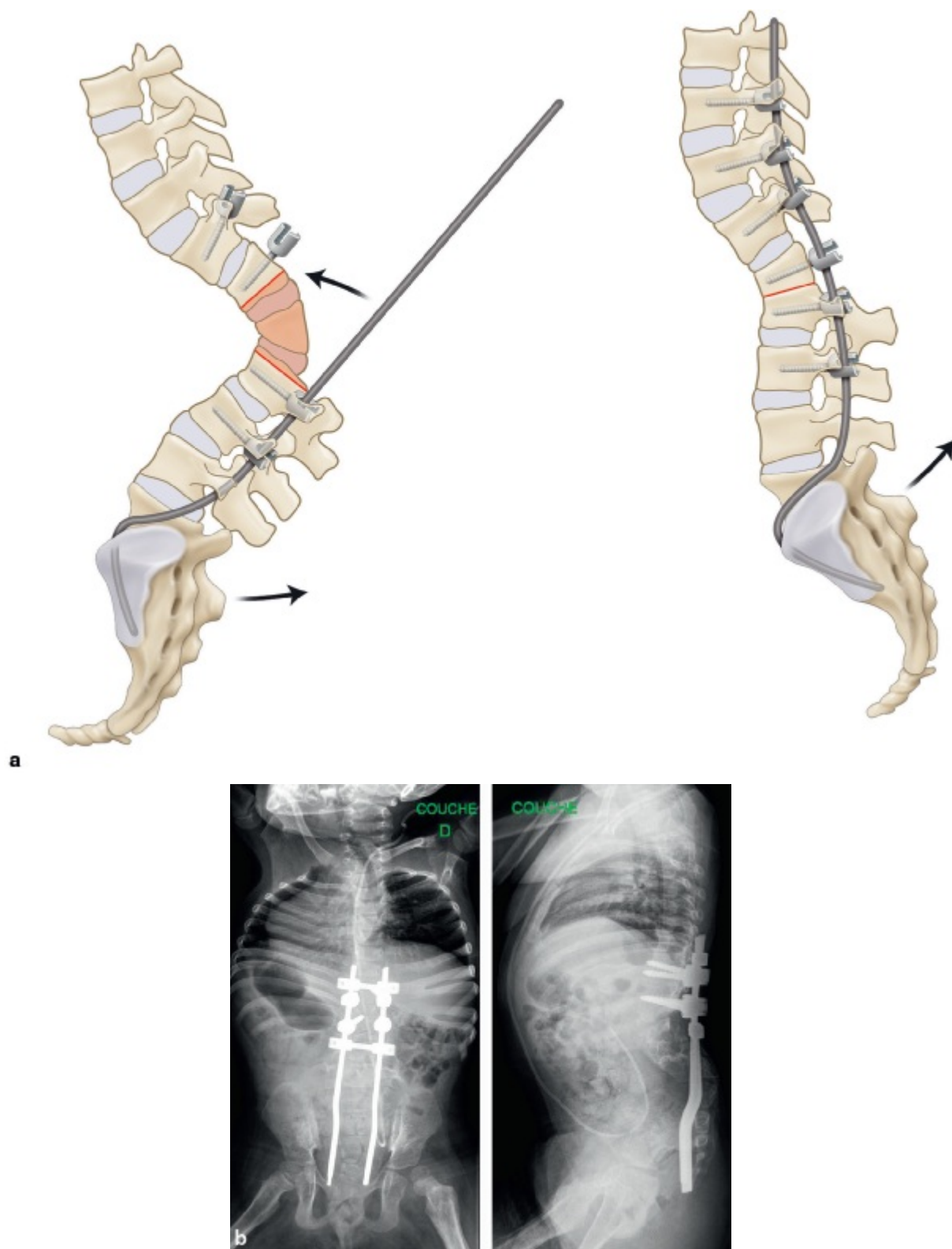
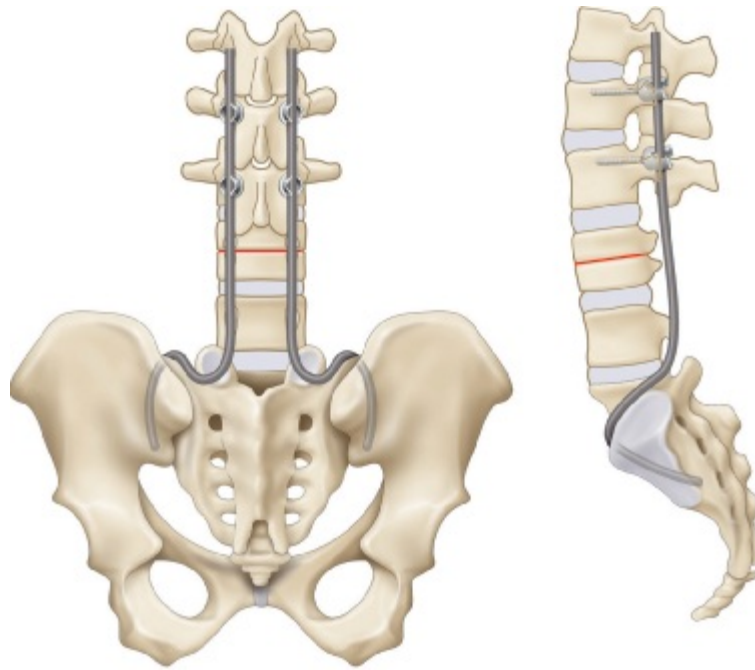


Fig. 32.4

Technique de Jackson.

- a. Fixation intra-sacrée permettant de réduire le sacrum.
- b. Résultat post-opératoire.

**Fig. 32.5****Technique de McCarthy (fixation sur les ailerons sacrés).**

frontal et sagittal obtenu, ainsi que l'absence de luxation rachidienne. Il est essentiel de soigner le contact osseux au niveau de l'ostéotomie de soustraction.

Le temps de fermeture doit être soigné avec un temps de dissection des muscles paravertébraux, un temps de fermeture sous-cutané sans tension sur un drainage sous-cutané (un temps de greffe peut être proposé en cas d'échec de la fermeture sans tension).

Suites opératoires

L'immobilisation postopératoire limite le risque non négligeable de pseudarthrose par une orthèse thoraco-lombo-sacrée avec prise crurale, en déchargeant la zone cicatricielle ou un corset plâtré.

La station assise est autorisée dès que le patient est immobilisé.

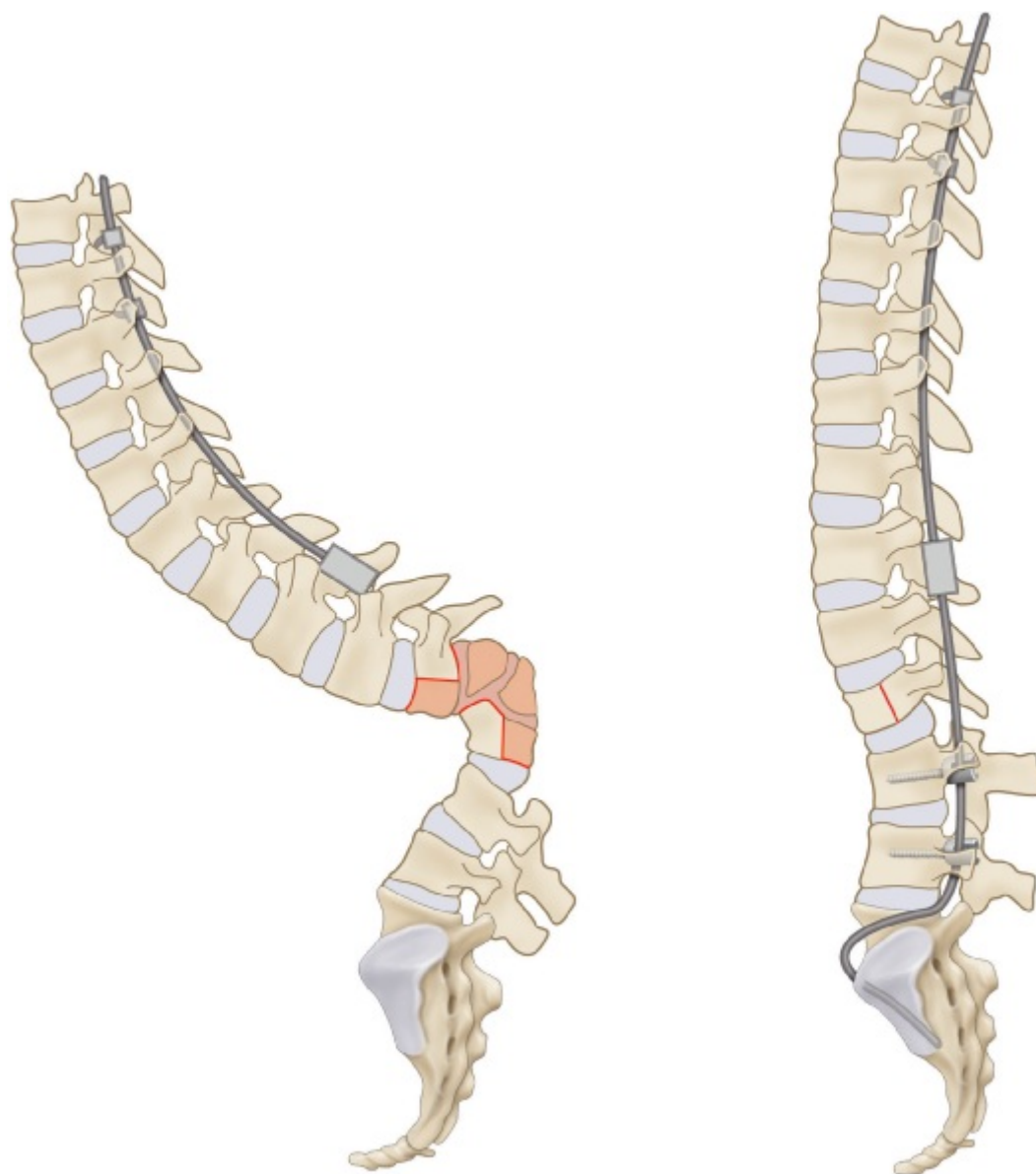


Fig. 32.6

Montage à quatre tiges avec connecteur à l'apex de la déformation.

Bibliographie

Ilharreborde B, Hoffmann E, Tavakoli S, et al. Intracanal rod fixation for pediatric long spinal fusion : results of a prospective study with a minimum 5-year follow-up. *J Pediatr Orthop* 2009; 29 : 594–601.

Lenke LG, Newton PO, Sucato DJ, et al. Complications after 147 consecutive vertebral column resections for severe pediatric spinal deformity : a multicenter analysis. *Spine* 2013; 38 : 119–32.

McCarthy RE, Dunn H, McCullough FL. Luque fixation to the sacral ala using the Dunn-McCarthy modification. *Spine* 1989; 14 : 281–3.

Arthrodèses occipito-cervicale et cervicale supérieure, arthrodèse cervicale antérieure

I. Ghanem, R. Rachkidi

PLAN DU CHAPITRE

Arthrodèse atlanto-axiale postérieure	224	
Arthrodèse C1-C2 sans instrumentation	225	
Technique de Gallie	225	
Technique de Gallie modifiée par Mah	225	
Technique de Brooks	225	
Arthrodèse C1-C2 avec instrumentation	225	
Vissage transarticulaire C1-C2	225	
Vissage des masses latérales de C1	225	
Vissage des isthmes de C2	226	
Vissage des pédicules de C2	226	
Vissage intralaminaire de C2	227	
Arthrodèse occipito-cervicale postérieure	227	
Arthrodèse occipito-cervicale sans instrumentation	227	
Arthrodèse occipito-cervicale avec greffe iliaque	227	
		Arthrodèse occipito-cervicale avec greffe costale 227
		Arthrodèse occipito-cervicale avec instrumentation 227
		Fixation par tige et cerclage 227
		Fixation par plaque occipitale et vissage cervical supérieur 228
		Arthrodèse cervicale antérieure 228
		Indications 228
		Déformations rachidiennes 228
		Traumatismes 228
		Hernies discales 228
		Tumeurs 228
		Greffe osseuse 228
		Instrumentation 228

La charnière occipito-cervicale est formée de trois pièces : l'occiput (O), l'atlas (C1) et l'axis (C2) (fig. 33.1). Des articulations en forme de cupules et des structures ligamentaires complexes assurent un haut degré de mobilité. Alors que le mouvement de flexion–extension se fait principalement au niveau de l'articulation O-C1, le complexe C1-C2 assure plus de 50 % de la rotation axiale totale. Des pathologies osseuses ou ligamentaires peuvent entraîner une instabilité majeure nécessitant une arthrodèse occipito-cervicale ou une arthrodèse C1-C2 selon le cas. Les différents types de fusion crano-cervicale sont présentés dans le [tableau 33.1](#). Une évaluation préopératoire détaillée de la morphologie osseuse et de l'anatomie neurovasculaire est primordiale afin de diminuer le risque de complications.

Tableau 33.1 Types de fusion crano-cervicale

Arthrodèse cervicale supérieure	Arthrodèse occipito-cervicale
Postérieure	
<ul style="list-style-type: none">– Sans instrumentation :<ul style="list-style-type: none">• Gallie• Mah• Brooks– Vissage transarticulaire C1-C2– Vis et tiges :<ul style="list-style-type: none">• masses latérales de C1• isthmes, pédicules ou lames de C2	<ul style="list-style-type: none">– Sans instrumentation :<ul style="list-style-type: none">• greffe iliaque• greffe costale– Tige et cerclages– Plaque occipitale et vis cervicales
Antérieure	
Fixation par plaque et vis entre C1, C2 et C3	Greffe entre le clivus, C1 et C2

Arthrodèse atlanto-axiale postérieure

Les techniques de fixation atlanto-axiale semi-rigide par fils ou câbles assurent une stabilisation limitée de la mobilité cervicale et doivent être supplémentées d'une orthèse externe rigide. En contraste, les techniques de fixation rigide par vissage transarticulaire C1-C2 ou par des montages vis–tiges C1-C2 ne requièrent qu'une orthèse cervicale modeste. Les indications d'arthrodèse atlanto-axiale figurent dans le [tableau 33.2](#).

Concernant les arthrodèses atlanto-axiales, il faut limiter l'exposition de l'occiput chez l'enfant pour diminuer le risque de fusion occipito-cervicale spontanée.

Tableau 33.2 Indications d'arthrodèse atlanto-axiale postérieure

Congénitales	Développementales	Acquises
<ul style="list-style-type: none">– Agénésie de l'odontôide– Os odontoidéum– Agénésie de l'arc postérieur de C1	<ul style="list-style-type: none">– Syndrome de Morquio– Syndrome de Goldenhar– Syndrome de Conradi– Dysplasie spondylo-épiphysaire	<ul style="list-style-type: none">– Syndrome de Down– Traumatisme– Post-infection– Tumeurs

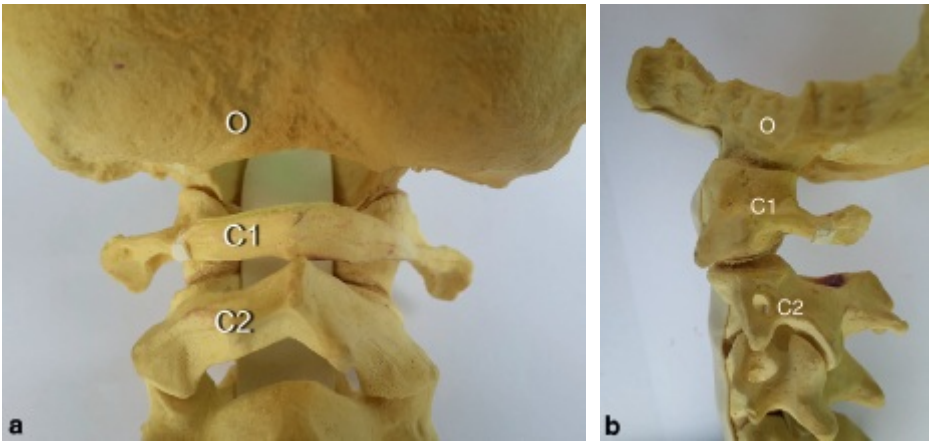


Fig. 33.1

Représentation de la charnière occipito-cervicale.
Vues postérieure (a) et de profil (b).
O : occiput ; C1 : atlas ; C2 : axis.

Arthrodèse C1-C2 sans instrumentation

Technique de Gallie

Après exposition des arcs postérieurs de C1 et de C2, les deux extrémités d'un fil d'acier de 1,6 ou 1,8 mm sont passées derrière l'arc postérieur de C1. Une autogreffe quadrangulaire prise de la crête iliaque postérieure est placée sur les lames avivées. La partie intermédiaire du fil est passée sous le processus épineux de C2 et les parties libres sont serrées transversalement pour bloquer le greffon en « ceinture et bretelles » (fig. 33.2).

La trajectoire de l'artère vertébrale varie lorsqu'elle passe de latéral en médial au niveau de l'arc postérieur de C1. Il faut limiter l'exposition de l'arc postérieur à 8 mm de la ligne médiane pour éviter une lésion iatrogène de cette artère.

Technique de Gallie modifiée par Mah

En 1989, Mah a modifié la technique originale de Gallie en proposant l'insertion d'une broche de Kirschner transversale de 2,5 cm environ à travers le processus épineux de C2 pour assurer une meilleure tenue du fil d'acier.

Technique de Brooks

Deux paires de fils d'acier sont passées derrière les arcs de C1 et de C2, de part et d'autre de la ligne médiane.

Deux petits greffons cortico-spongieux triangulaires à base antérieure sont placés entre les arcs postérieurs avivés. Les fils sont serrés séparément au-dessus des greffons (fig. 33.3).



Fig. 33.2

Technique de Gallie.



Fig. 33.3

Technique de Brooks.

Arthrodèse C1-C2 avec instrumentation

Vissage transarticulaire C1-C2

Cette technique qui assure une stabilité immédiate est surtout utile lorsque les arcs postérieurs sont absents. Le point d'entrée correspond habituellement au centre du quadrant inféro-médial de la facette inférieure de C2. La paroi corticale médiale de la pars interarticularis, identifiée à l'aide d'une spatule fine, démarque la limite médiale de la trajectoire transarticulaire. En s'aidant de l'amplificateur de brillance, il faut viser le tubercule antérieur de C1, ce qui nécessite deux petites incisions cutanées au niveau de la charnière cervico-thoracique (fig. 33.4).

Les contre-indications au vissage transarticulaire C1-C2 sont :

- l'anomalie de la position de l'artère vertébrale;
- une cyphose thoracique sévère;
- les anomalies congénitales de l'atlas;
- l'impossibilité d'obtenir une réduction complète C1-C2.

Vissage des masses latérales de C1

Lorsqu'un vissage transarticulaire n'est pas possible, des vis au niveau des masses latérales peuvent être connectées par des tiges à des vis isthmiques, pédiculaires ou intralaminaires de C2. Après exposition de la masse latérale sous l'arc postérieur de C1, la racine C2 est écartée vers le bas et le point d'entrée se situe au milieu de cette masse. La trajectoire de la vis est parallèle au plan de C1 en direction de son arc antérieur, en évitant le foramen transverse en latéral et le canal rachidien en médial. Cette technique initialement décrite nécessite l'exposition de la masse latérale

de C1 avec comme risque un saignement significatif. Une dissection minutieuse et l'utilisation d'agents hémostatiques peuvent diminuer ce risque. Une modification de cette technique comporte la préparation du point d'entrée au niveau de l'arc postérieur de C1. C'est le vissage des pédicules de C1. Les prérequis sont une épaisseur suffisante de l'arc postérieur et une trajectoire adéquate de l'artère vertébrale (fig. 33.5).

Vissage des isthmes de C2

Le point d'entrée se situe 3 mm au-dessus et 3 mm latéralement au bord inféro-médial de la surface articulaire inférieure de C2. La trajectoire est parallèle à la pars de C2 à un

angle de 40° environ. La longueur de la vis est typiquement entre 14 et 16 mm.

Vissage des pédicules de C2

La mise de vis pédiculaires en C2 est techniquement difficile mais assure une fixation solide et des taux de fusion élevés. Ce vissage est surtout utile en cas d'absence de l'arc postérieur de C2 ou de pars interarticularis inadéquate. Le pédicule de C2 est défini comme étant la partie sous la facette supérieure et antéro-médiale du foramen transverse. Le point d'entrée se situe au niveau du quadrant supéro-médial de l'isthme de C2. L'angle d'insertion est de 30° vers le haut et de 15 à 25° en dedans.

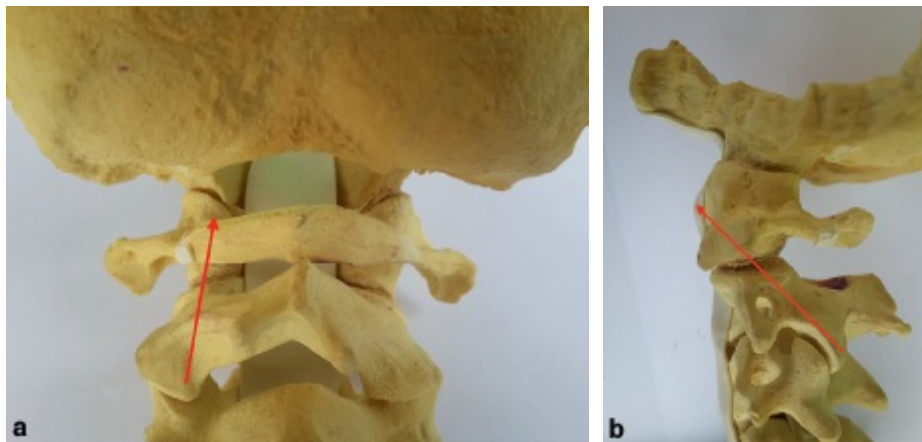


Fig. 33.4

Trajectoire du vissage transarticulaire C1-C2.
Vues postérieure (a) et de profil (b).

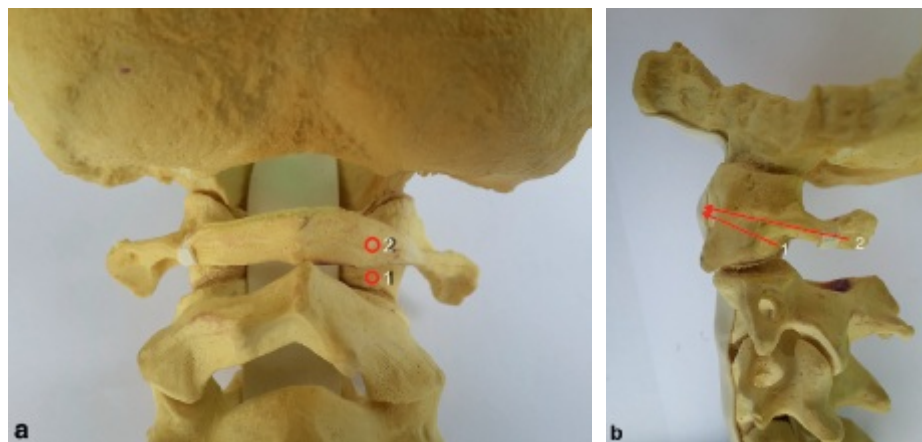


Fig. 33.5

Vissage de C1.
a. Points d'entrée pour le vissage de la masse latérale (1) et du pédicule (2).
b. Trajectoire du vissage de la masse latérale (1) et du pédicule (2).

Vissage intralaminaire de C2

Décrit par Wright, ce vissage est techniquement simple et assure une fixation rigide de C2. Le point d'entrée se situe à la jonction processus épineux–lame. La trajectoire est faite dans la lame opposée. Les deux vis croisées sont connectées aux vis de C1 par deux tiges.

Arthrodèse occipito-cervicale postérieure

Les indications les plus fréquentes d'une arthrodèse occipito-cervicale comportent les anomalies congénitales, les traumatismes, les néoplasies et les maladies dégénératives (tableau 33.3).

La fixation de la charnière occipito-cervicale doit se faire en position neutre. Une arthrodèse en flexion ou en extension est très gênante pour l'enfant.

Arthrodèse occipito-cervicale sans instrumentation

Arthrodèse occipito-cervicale avec greffe iliaque

Sous le niveau du sinus transverse, deux paires de trous sont faites de part et d'autre de la ligne médiane à l'aide d'une fraise diamantée. Une autogreffe cortico-spongieuse iliaque taillée de 3 × 4 cm est posée entre l'occiput et le rachis cervical supérieur. Le greffon est sécurisé par des fils d'acier passés dans les trous occipitaux et sous les lames des vertèbres cervicales supérieures ou sous le processus épineux de la vertèbre caudale.

Arthrodèse occipito-cervicale avec greffe costale

Cette technique est similaire à celle décrite pour l'arthrodèse avec greffe iliaque sauf que le greffon est une côte postérieure coupée en deux. Les deux parties sont placées

de part et d'autre de la ligne médiane et fixées par des fils d'acier ou des fils non résorbables.

Pour les deux techniques, des petits morceaux d'auto-greffe sont tassés dans le lit d'arthrodèse et un halo veste est porté pour 8 à 12 semaines.

Arthrodèse occipito-cervicale avec instrumentation

Fixation par tige et cerclage

Une tige cintrée en forme d'agrafe et des câbles en titane peuvent assurer une fixation solide (fig. 33.6).

Cette technique est simple et assure une fixation semi-rigide immédiate. Elle est surtout utile chez les petits enfants lorsque la fixation par vis n'est pas possible. Une craniectomie médiane au niveau du foramen magnum est faite. Des trous, réalisés autour de la craniectomie, servent d'ancrage aux fils métalliques. Des câbles sous-laminaires sont passés sous les lames de C1 et de C2 bilatéralement. Une tige en titane est cintrée dans plusieurs plans pour s'adapter à l'articulation occipito-cervicale. Les câbles sont serrés autour de la tige et une décortication est pratiquée en dehors de l'instrumentation avant la pose d'une autogreffe iliaque ou



Fig. 33.6

Modèle d'arthrodèse occipito-cervicale par tige et cerclages.

Tableau 33.3 Indications d'arthrodèse occipito-cervicale postérieure

Congénitales	Développementales	Acquises
<ul style="list-style-type: none"> – Arcs bifides de C1 – Agénésie des condyles occipitaux 	<ul style="list-style-type: none"> – Invagination basilaire – Os odontoïdeum – Dislocation rotatoire chronique O-C1-C2 	<ul style="list-style-type: none"> – Traumatismes occipito-cervicaux – Post-décompression antérieure – Maladies inflammatoires – Néoplasies

costale. Un corset occipito-cervical est confectionné avant l'extubation de l'enfant.

Fixation par plaque occipitale et vissage cervical supérieur

Une plaque occipitale et un montage par tiges et vis assurent la fixation la plus solide. La première étape est d'accomplir une fixation par vis au niveau du rachis cervical supérieur. La plaque occipitale doit comporter des têtes poly-axiales pour recevoir les tiges situées latéralement. Les vis de la plaque occipitale mesurent en moyenne 10 mm au niveau de la ligne médiane et 8 mm en latéral. Une prise bicorticale est souhaitable. Si la fixation au niveau de C1 n'est pas faisable, une fixation occiput–C2–C3 donne aussi de bons résultats. Comme dans toutes les autres techniques, l'occiput, les lames et les épineuses sont décortiqués avant la mise d'autogreffe. Un drain est utilisé en cas de décompression étendue de la fosse postérieure ou en cas d'utilisation de *bone morphogenetic protein* (BMP). Une extubation retardée est préférable à cause de la position en décubitus ventral, du temps opératoire et de l'étendue de la dissection tissulaire.

Arthrodèse cervicale antérieure

Indications

L'abord antérieur du rachis cervical, communément utilisé chez les adultes, trouve quelques indications dans la population pédiatrique.

Les indications d'arthrodèse antérieure du rachis cervical chez l'enfant sont :

- les déformations;
- les traumatismes;
- les hernies discales;
- les tumeurs.

Déformations rachidiennes

L'abord antérieur trouve sa place dans les déformations rachidiennes d'origine congénitale, traumatique ou iatrogénique. Les pathologies du tissu conjonctif comme le syndrome de Larsen peuvent entraîner une cyphose cervicale nécessitant la chirurgie.

Traumatismes

Les tassements antérieurs importants, les fractures–luxations et les compressions médullaires traumatiques sont les indications traumatiques les plus fréquentes.

Hernies discales

Les hernies discales cervicales sont rares chez les enfants. Quand une chirurgie est indiquée, une discectomie avec fusion antérieure est la méthode de choix.

Tumeurs

Des tumeurs bénignes comme l'ostéoblastome et le kyste anévrysmal ou malignes comme le neurofibrosarcome peuvent toucher le rachis cervical pédiatrique (fig. 33.7).

Grefe osseuse

La greffe autologue est la plus utilisée en pratique. La crête iliaque, la fibula et les côtes sont les sites donneurs classiques. Indépendamment de la source, la greffe autologue a l'avantage d'être ostéogénique, ostéo-inductrice et ostéoconductrice. Bien qu'elle soit une alternative moins utilisée en chirurgie rachidienne pédiatrique, l'allogreffe reste une option valable.

Instrumentation

L'instrumentation rachidienne cervicale pédiatrique a été développée pour obtenir des taux de fusion élevés, une utilisation moins prolongée des orthèses externes et un maintien d'un bon alignement rachidien. L'imagerie préopératoire permet d'évaluer les dimensions des corps vertébraux et de vérifier la possibilité d'utiliser l'instrumentation standard. Des mini-plaques peuvent être considérées chez les petits enfants.

Les avantages des plaques cervicales antérieures sont :

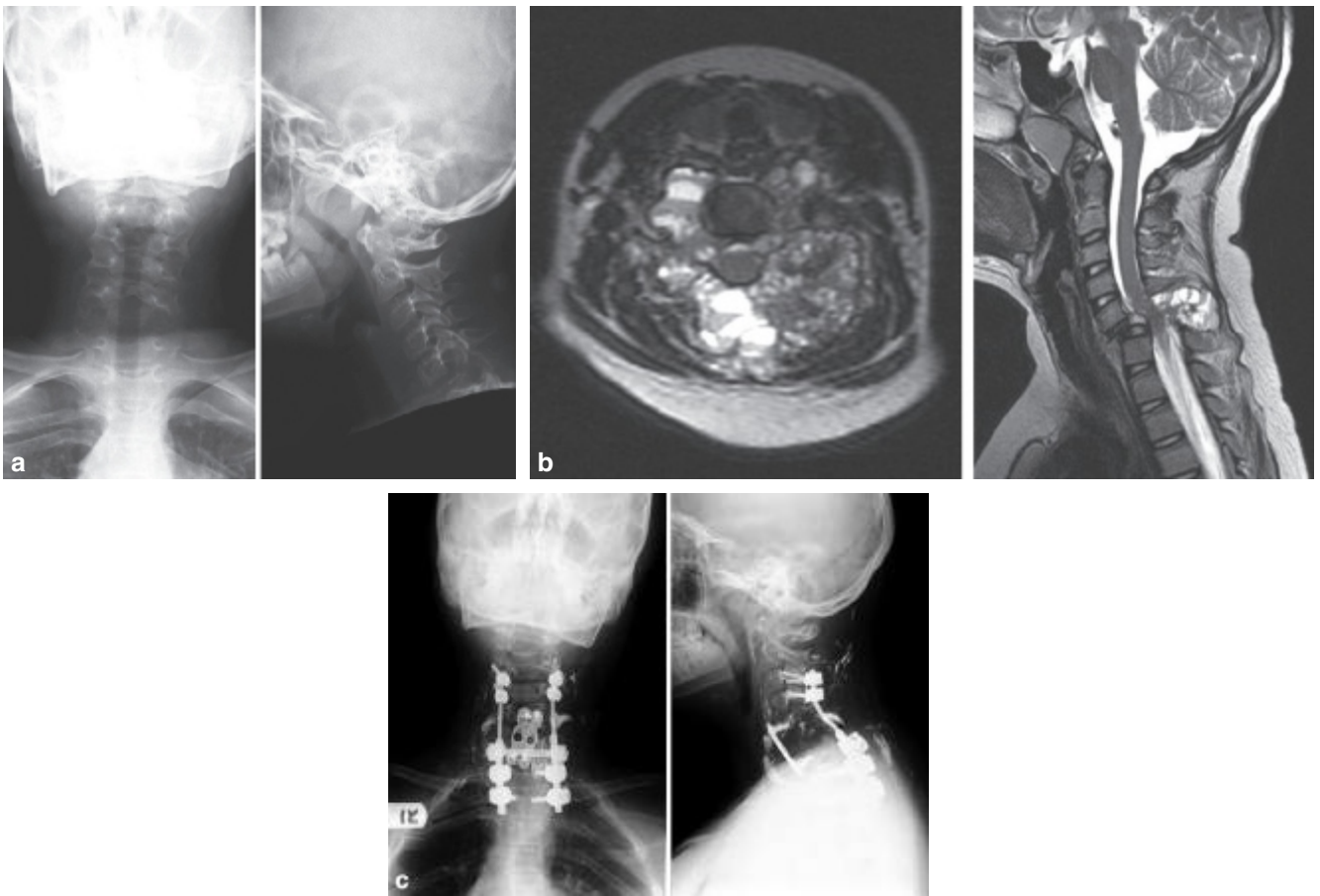
- une diminution du risque de pseudarthrose;
- une fusion plus rapide;
- une diminution du risque d'expulsion de greffe;
- une diminution du taux de déformation cyphotique.

Les complications potentielles de l'instrumentation cervicale antérieure comportent le risque de lésions nerveuses, de démontage et de migration du matériel.

Les complications de l'instrumentation cervicale antérieure sont :

- des lésions neurologiques;
- le démontage et la migration du matériel;
- des lésions des structures adjacentes;
- une spondylose jonctionnelle.

Une préparation méticuleuse du site et une sélection appropriée de la plaque sont indispensables pour le succès de l'instrumentation. La plaque doit avoir une longueur appropriée de manière à avoir les vis au niveau de la région mi-corporale.

**Fig. 33.7**

Kyste anévrysmal de C6 chez une fille de 11 ans.

- a. Radiographies de face et de profil montrant un antérolisthésis de C6 sur C7.
 b. Coupes d'IRM en séquence T2 avec niveaux hydro-hydriques et myélopathie cervicale compressive.
 c. Radiographies de face et de profil après décompression, réduction et arthrodèses antérieure et postérieure.

L'utilisation de cages en titane diminue la morbidité du site donneur et assure un support solide immédiat. En cas d'utilisation de cage, la mise en place d'une plaque est primordiale pour diminuer le risque de migration. Les cages en *polyetheretherketone* (PEEK) ne sont pas le meilleur choix en chirurgie cervicale pédiatrique à cause de la possibilité de réaction inflammatoire induite. Des plaques et des cages résorbables ont été décrites en chirurgie pédiatrique avec de bons résultats. Ces plaques résorbables diminuent le risque potentiel de migration et de démontage ultérieurs à l'âge adulte.

Bibliographie

- Abumi K, Shono Y, Ito M, et al. Complications of pedicle screw fixation in reconstructive surgery of the cervical spine. *Spine* 2000; 25 : 962–9.
- Ahmed R, Traynelis VC, Menezes AH. Fusions at the craniovertebral junction. *Childs Nerv Syst* 2008; 24(10) : 1209–24.
- Anderson PA, Oza AL, Puschak TJ, et al. Biomechanics of occipitocervical fixation. *Spine* 2006; 31(7) : 755–61.
- Anderson RC, Ragel BT, Mocco J, et al. Selection of a rigid internal fixation construct for stabilization at the craniovertebral junction in pediatric patients. *J Neurosurg* 2007; 107(1 Suppl) : 36–42.
- Banks JT, Wellons 3rd JC, Tubbs RS, et al. Cervical spine involvement in Larsen's syndrome : a case illustration. *Pediatrics* 2003; 111(1) : 199–201.
- Baron EM, Loftus CM, Vaccaro AR, et al. Anterior approach to the subaxial cervical spine in children : a brief review. *Neurosurg Focus* 2006; 20(2) : E4.
- Bogduk N, Mercer S. Biomechanics of the cervical spine. I : Normal kinematics. *Clin Biomech* 2000; 15(9) : 633–48.
- Brooks AL, Jenkins EB. Atlanto-axial arthrodesis by the wedge compression method. *J Bone Joint Surg Am* 1978; 60 : 279–84.
- Cohen MW, Drummond DS, Flynn JM, et al. A technique of occipitocervical arthrodesis in children using autologous rib grafts. *Spine* 2001; 26(7) : 825–9.
- Deburge A, Briard JL. Cervical hemivertebra excision. *J Bone Joint Surg Am* 1981; 63(8) : 1335–9.
- Dormans JP, Drummond DS, Sutton LN, et al. Occipitocervical arthrodesis in children. A new technique and analysis of results. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77(8) : 1234–40.

- Ebraheim NA, Fow J, Xu R, et al. The location of the pedicle and pars interarticularis in the axis. *Spine* 2001; 26 : E34–7.
- Fenoy AJ, Menezes AH, Fenoy KA. Craniocervical junction fusions in patients with hindbrain herniation and syringohydromyelia. *J Neurosurg Spine* 2008; 9 : 1–9.
- Fielding JW, Pyle Jr, RN, Fietti Jr, VG. Anterior cervical vertebral body resection and bone-grafting for benign and malignant tumors. A survey under the auspices of the Cervical Spine Research Society. *J Bone Joint Surg Am* 1979; 61(2) : 251–3.
- Gallie WE. Fractures and dislocations of the cervical spine. *Am J Surg* 1939; 46 : 495–9.
- Holmes JC, Hall JE. Fusion for instability and potential instability of the cervical spine in children and adolescents. *Orthop Clin North Am* 1978; 9(4) : 923–43.
- Hsu W, Zaidi HA, Suk I, et al. A new technique for intraoperative reduction of occipitocervical instability. *Neurosurgery* 2010; 66(6 Suppl) : 319–23. Operative, discussion 323–4.
- Jockisch KA, Brown SA, Bauer TW, et al. Biological response to chopped-carbon-fiber-reinforced peek. *J Biomed Mater Res* 1992; 26(2) : 133–46.
- Ma XY, Yin QS, Wu ZH, et al. C1 pedicle screws versus C1 lateral mass screws : comparisons of pullout strengths and biomechanical stabilities. *Spine* 2009; 34 : 371–7.
- Mah JY, Thometz J, Emans J, et al. Threaded K-wire spinous process fixation of the axis for modified Gallie fusion in children and adolescents. *J Pediatr Orthop* 1989; 9(6) : 675–9.
- Menezes AH. Craniocervical fusions in children. *J Neurosurg Pediatr* 2012; 9(6) : 573–85.
- Menezes AH. Occipitocervical fixation. *World Neurosurg* 2010; 73(6) : 635–7.
- Papadopoulos SM. Anterior cervical instrumentation. *Clin Neurosurg* 1993; 40 : 273–85.
- Piccirilli CB, Chaddock WM. Cervical kyphotic myelopathy in a child with Morquio syndrome. *Childs Nerv Syst* 1996; 12 : 114–6.
- Toth JM, Wang M, Estes BT, et al. Polyetheretherketone as a biomaterial for spinal applications. *Biomaterials* 2006; 27 : 324–34.
- Vaccaro AR, Balderston RA. Anterior plate instrumentation for disorders of the subaxial cervical spine. *Clin Orthop Relat Res* 1997; 335 : 112–21.
- Vaccaro AR, Robbins MM, Madigan L, et al. Early findings in a pilot study of anterior cervical fusion in which bioabsorbable interbody spacers were used in the treatment of cervical degenerative disease. *Neurosurg Focus* 2004; 16(3) : E7.
- Vaccaro AR, Venger BH, Kelleher PM, et al. Use of a bioabsorbable anterior cervical plate in the treatment of cervical degenerative and traumatic disk disruption. *Orthopedics* 2002; 25(10 Suppl) : s1191–9. discussion s1199.
- Wright NM. Posterior C2 fixation using bilateral, crossing C2 laminar screws : case series and technical note. *J Spinal Disord Tech* 2004; 17 : 158–62.

Correction du pectus excavatum de l'enfant et de l'adolescent par la technique de Nuss

J.-L. Jouve, E Choufani, A. Durbec Vinay, S. Pesenti, E. Peltier

PLAN DU CHAPITRE

Base anatomique : principe	234
Technique de base	234
Installation	234
Préparation de la plaque	234
Incisions	235
Passage du guide rétrosternal	235
Passage de la plaque rétrosternale	236
Fixation de la plaque	236
Fermeture	236
Ablation de la plaque	237
Variantes techniques	237
Mise en place de deux barres thoraciques	237
Correction avec incision sous-et rétroxiphoïdienne médiane	237
Alternatives thérapeutiques	237

La technique de Nuss a été décrite en 1998. L'indication est la forme symétrique médiane du patient de moins de 20 ans. À l'âge adulte, la raideur précoce du thorax majore les difficultés. Les antécédents de chirurgie cardiopulmonaires, les formes profondes ou asymétriques avec une rotation transversale du sternum sont pour nous des contre-indications. Les variantes de la technique sont importantes à connaître afin d'en éviter les complications.

Base anatomique : principe

Le pectus excavatum est en rapport avec une asymétrie de croissance des cartilages costaux. La technique de Nuss vise à canaliser la croissance du thorax du sujet en croissance : le principe est de ramener dans le plan des deux hémithorax le sternum en le soulevant au moyen d'une plaque rétrosternale. Ainsi les forces engendrées sont réparties sur les parties antérieures et latérales du thorax, ce qui permet une bonne tolérance de la plaque (fig. 34.1).

Technique de base

Une tomodensitométrie est nécessaire en préopératoire. Elle permet de mesurer la distance sterno-vertébrale et la rotation sternale au sommet de la déformation. Ainsi nous considérons une distance sterno-vertébrale inférieure à



Fig. 34.1

Principe de correction par la plaque rétrosternale selon Nuss.

Une plaque est introduite en regard des cartilages costaux droit et gauche. Elle est placée en arrière du sternum et prend appui sur la partie externe des deux hémithorax droit et gauche. Nous la fixons à l'hémithorax droit avec deux fils d'acier.

5 cm ou une rotation sternale supérieure à 35° comme des contre-indications à une technique endoscopique simple.

Installation

L'intervention se fait sous contrôle thoracoscopique droit sans exclusion pulmonaire. Le patient est installé sur une table ordinaire les deux membres supérieurs à 90° par rapport à l'axe du corps. Le champ opératoire doit être large exposant les lignes axillaires moyennes, la fourchette sternale et l'ombilic.

Le matériel nécessaire comprend une simple boîte d'ouverture associée à un matériel ancillaire spécifique, des gabarits souples et des plaques de tailles différentes, des guides de passage simples ou télescopiques. Le thoracoscope est une optique de 5 mm en vision directe.

Une boîte de sternotomie doit être présente dans la salle d'opération, non ouverte.

Le chirurgien se place au niveau de l'hémithorax droit. Il doit avoir en face de lui un aide confirmé qui va permettre et accompagner l'extériorisation du guide et de la plaque vers l'hémithorax controlatéral.

Préparation de la plaque

Le gabarit souple et conformé au thorax permet de choisir la longueur et la forme idéales d'une ligne axillaire moyenne à l'autre. La plaque définitive est cintrée au moyen d'un cintreur à trois points. Il ne faut pas hésiter à majorer le cintrage aux extrémités afin d'éviter que la plaque ne fasse saillie sur les bords latéraux du thorax (fig. 34.2).



Fig. 34.2

Cintrage de la plaque définitive.

Un cintreur à 3 points permet de donner la forme souhaitée en « suivant » le gabarit. La plaque définitive doit être superposable en tout point avec le fantôme. Seules les extrémités sont légèrement plus cintrées afin de ne pas faire saillie sur les faces latérales du thorax.

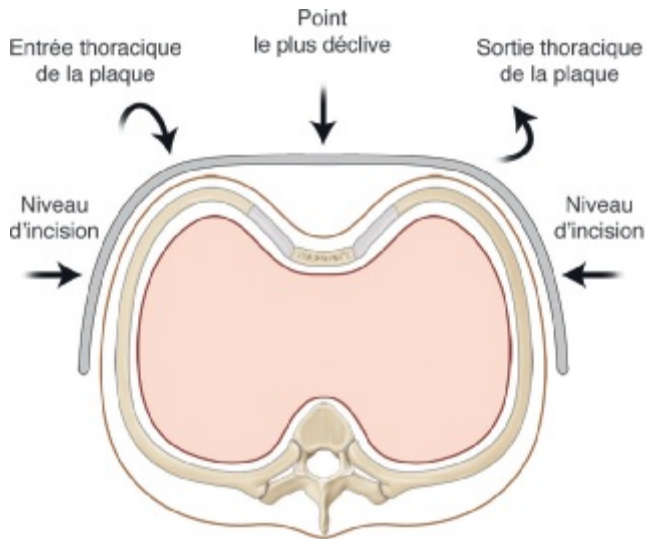


Fig. 34.3

La plaque est positionnée au niveau de la partie la plus profonde du pectus excavatum.

Le point d'entrée de la plaque est situé à la partie culminante de l'excavation à droite. Le point de sortie est situé sur le point symétrique à gauche. Les incisions cutanées se font à mi-chemin entre l'extrémité présumée de la plaque et les points de pénétration thoracique.

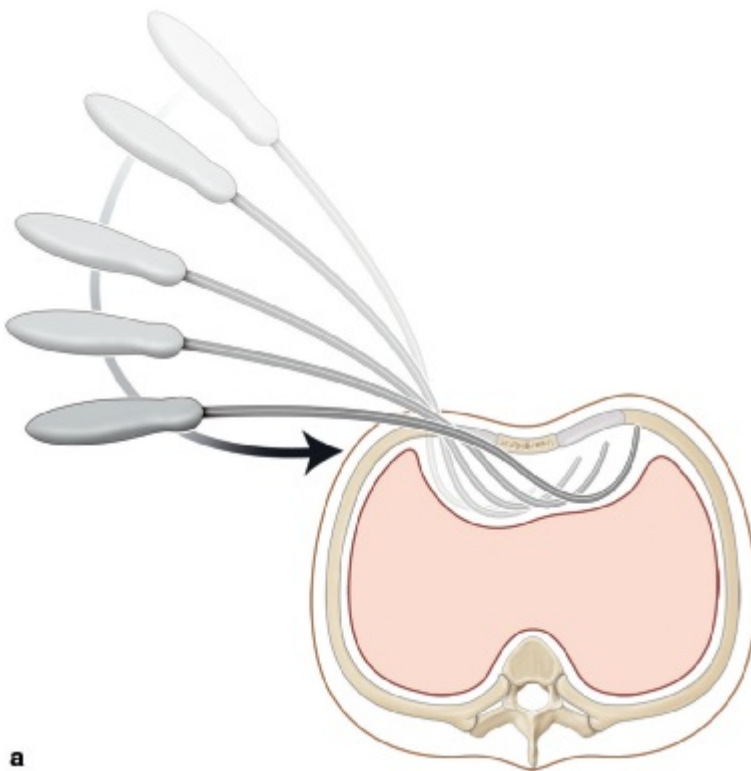
Incisions

Deux incisions latérales sont effectuées en regard de la déformation.

L'incision droite mesure 3 à 4 cm, elle est dirigée en bas et en avant selon la direction des côtes. L'incision gauche est symétrique. Chez la fille, il est préférable de placer les incisions dans les sillons sous-mammaires pour des raisons esthétiques évidentes. Le décollement sous-cutané et sous-pectoral doit être large, allant jusqu'au point d'entrée présumé de la plaque. Il doit être étendu sur les côtés décrivant une zone circulaire d'un diamètre d'environ 10 cm. Le thoracoscope est placé dans l'incision droite, dans l'espace sous-jacent à l'introduction de la plaque.

Passage du guide rétrosternal

L'orifice d'entrée est pratiqué à la partie culminante de l'excavation (fig.34.3). L'introduction du guide se fait sous contrôle scopique. Par des petits mouvements latéraux, un passage est effectué à travers les tissus graisseux médiastinaux. Il est fondamental que le contact osseux soit toujours maintenu entre le guide et le sternum (fig. 34.4).



a

Fig. 34.4

Le guide de passage doit s'enrouler autour du rostre sternal.

Grâce à des petits mouvements de latéralité (a), le guide se glisse exactement entre le sternum en avant et le tissu graisseux prépéricardique en arrière (b).



b

La manœuvre idéale va consister à « enrouler » le guide arciforme autour du rostre sternal afin de le faire émerger dans un espace intercostal controlatéral sur l'hémithorax gauche. L'aide situé en face du chirurgien va surveiller l'arrivée du guide dans cet espace intercostal et permettre de l'extérioriser par l'incision gauche (fig.34.5).

Le passage rétrosternal peut parfois poser des difficultés notamment en cas de déformation importante ou légèrement asymétrique. Dans cette situation, il est préférable de ne pas insister. Deux solutions existent. La première est d'effectuer l'ouverture thoracique gauche au niveau souhaité,



Fig. 34.5

Le guide est extériorisé sur l'hémithorax gauche dans l'espace intercostal choisi.

L'aide, situé en face du chirurgien, récupère le guide à son émergence, l'extériorise et y fixe un lac.

introduire un doigt dans le médiastin et contrôler le passage en interposant le doigt entre le péricarde et le guide. La seconde est de soulever le sternum avec l'ajout d'une voie sous- et rétroxyphoïdienne telle qu'elle est décrite ci-dessous.

Passage de la plaque rétrosternale

Un lac en tissu de fort calibre est passé autour de l'extrémité du guide rétrosternal extériorisé sur l'hémithorax gauche. Le guide est doucement retiré sous contrôle scopique et le lac est extériorisé au niveau de l'hémithorax droit. La plaque définitive est alors fixée au lac. Elle est introduite progressivement de l'hémithorax droit vers l'hémithorax gauche, sa concavité tout d'abord dirigée vers l'avant. Une fois la plaque positionnée, un instrument dérotateur permet d'effectuer un mouvement de rotation de 180° (fig. 34.6). Les extrémités de la plaque sont glissées dans le décollement sous-cutané.

Fixation de la plaque

Nous fixons la plaque sur une côte droite. Un fil d'acier double est glissé pour cela en sous-périosté autour de la côte choisie.

Fermeture

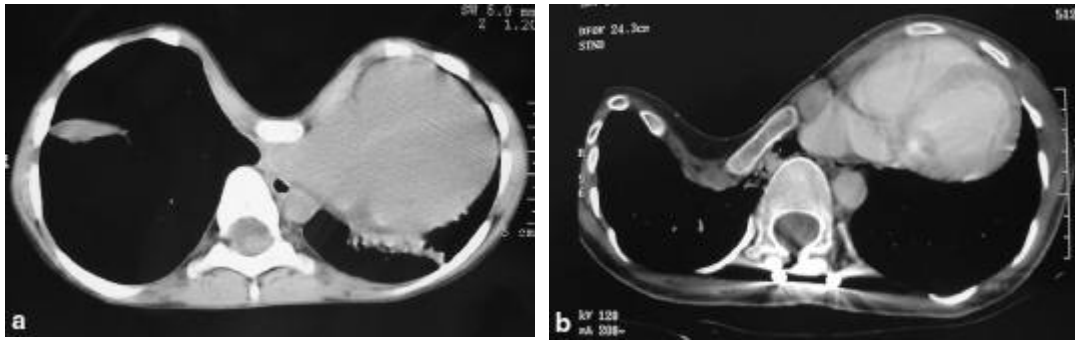
Le drainage thoracique n'est pas indispensable au niveau du thorax. En l'absence de difficultés, une simple exsufflation esr réalisée en fin d'intervention. Lorsqu'un doute



Fig. 34.6

Passage de la plaque rétrosternale.

La plaque est en situation concave vers le haut (a). Une rotation de 180° va l'amener dans sa position définitive et corriger la déformation de manière extemporanée (b).

**Fig. 34.7**

Les formes profondes avec une distance sternovertebrale inférieure à 5 cm (a) et les formes asymétriques avec une rotation sternale supérieure à 35° (b) constituent pour nous des contre-indications à la technique de base.

Il convient de modifier l'abord pour sécuriser le passage et éviter toute complication.

persiste ou lorsqu'on n'est pas certain de l'hémostase de l'hémithorax droit, on peut laisser un drain thoracique pendant 48 heures afin de ne pas observer d'incident postopératoire.

Les phénomènes douloureux majeurs persistent environ 5 jours. La sortie à domicile se fait vers le 6^e jour. Les auteurs anglo-saxons insistent beaucoup sur la musculation de la paroi thoracique qui fait partie intégrante du résultat cosmétique final. La reprise du sport est autorisée vers le 2^e mois.

Ablation de la plaque

La plaque est laissée en place 2 à 3 ans. Lors de l'ablation, les deux cicatrices sont reprises. Les extrémités de la plaque sont découvertes. Les fils d'acier sont retirés. Deux cintreurs dédiés sont utilisés pour décintrer les extrémités de la plaque. Lorsque l'extrémité gauche est parfaitement rectiligne, il est aisé de l'extraire par simple traction de la gauche vers la droite. Le lever est autorisé le jour même ainsi que la sortie après une radiographie de contrôle du thorax.

Variantes techniques

Mise en place de deux barres thoraciques

Dès que l'on s'adresse à des formes étendues en hauteur sur le sternum, il paraît préférable chez l'adolescent de mettre en place deux plaques compte tenu des contraintes importantes imposées sur la paroi thoracique. La première

barre est placée de manière strictement classique et dans les mêmes conditions. La seconde barre est placée à l'étage intercostal sus- ou sous-jacent par la même incision. Le passage de la seconde barre est généralement beaucoup plus aisé dans la mesure où l'espace entre le sternum et le péricarde s'est largement ouvert après passage de la première barre.

Correction avec incision sous- et rétroxiphoïdienne médiane

Elle concerne les cas sévères (fig. 34.7) ou avec antécédents chirurgicaux qui constituent à notre avis des contre-indications à l'utilisation de la technique *princeps* de Nuss. L'installation et les voies d'abord latérales sont les mêmes. Nous pratiquons ensuite une troisième incision située en regard de la xiphoïde. Nous abordons l'espace xipho-diaphragmatique de la manière la plus simple possible, c'est-à-dire en réalisant une section de la xiphoïde à sa partie médiane. Ainsi la xiphoïde s'ouvre en deux parties (fig. 34.8). On peut alors facilement introduire un instrument pour soulever le sternum, puis décoller l'espace sterno-péricardique. L'ensemble du passage du guide ou d'une simple pince hémostatique est effectué sous contrôle digital d'une incision à l'autre. Cette technique permet de se passer de contrôle thoracoscopique (fig. 34.9).

Alternatives thérapeutiques

Les alternatives thérapeutiques sont nombreuses. Chez l'enfant, il faut citer la sternochondroplastie mini-invasive décrite par Wurtz. Elle trouve son indication chez

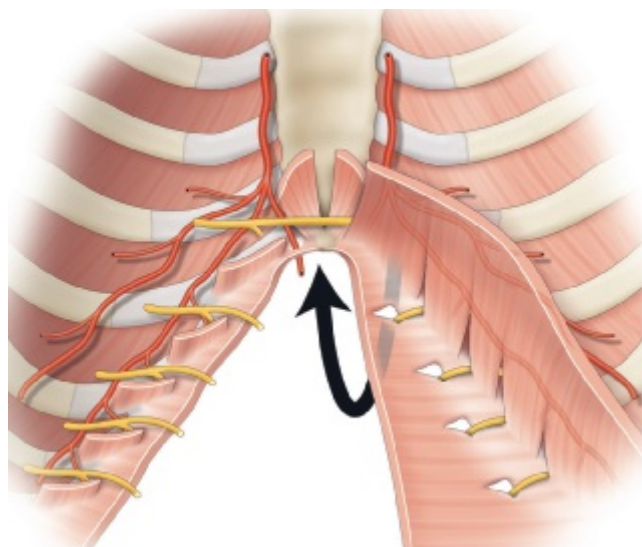


Fig. 34.8

Principe de la voie d'abord sous- et rétroxiphœidienne avec une incision longitudinale sur la xiphœide permettant l'ouverture de l'espace xyphodiaphragmatique.

Il est alors possible par digitoclasie ou dissection soigneuse de décoller des adhérences et permettre un passage de la plaque en toute sécurité. La voie d'abord doit être strictement médiane afin d'éviter toute lésion des branches des vaisseaux mammaires internes.

l'adolescent avec déformation complexe asymétrique. Chez le moins de 10 ans, la cloche aspirante ou *vacuum bell* semble donner des résultats encourageant mais non encore évalués sur le long terme.

Bibliographie

- Bouchard S, Hong AR, Gilchrist BF, et al. Catastrophic cardiac injuries encountered during the minimally invasive repair of pectus excavatum. *Semin Pediatr Surg* 2009; 18 : 66–72.
- Jouve JL. Correction du pectus excavatum de l'enfant et de l'adolescent par la technique de Nuss. In : Conférences d'enseignement de la Sofcot, cahier no 85; Paris : Elsevier Masson; 2010. p. 385–405.
- Kabbaj R, Burnier M, Kohler R, Loucheur N, Dubois R, Jouve JL. Minimally invasive repair of pectus excavatum using the Nuss technique in children and adolescents : Indications, outcomes, and limitations. *Orthop Traumatol Surg Res* 2014; 100 : 625–630.
- Nuss D, Kelly Jr RE, Croitoru DP, et al. A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 1998; 33 : 545–52.

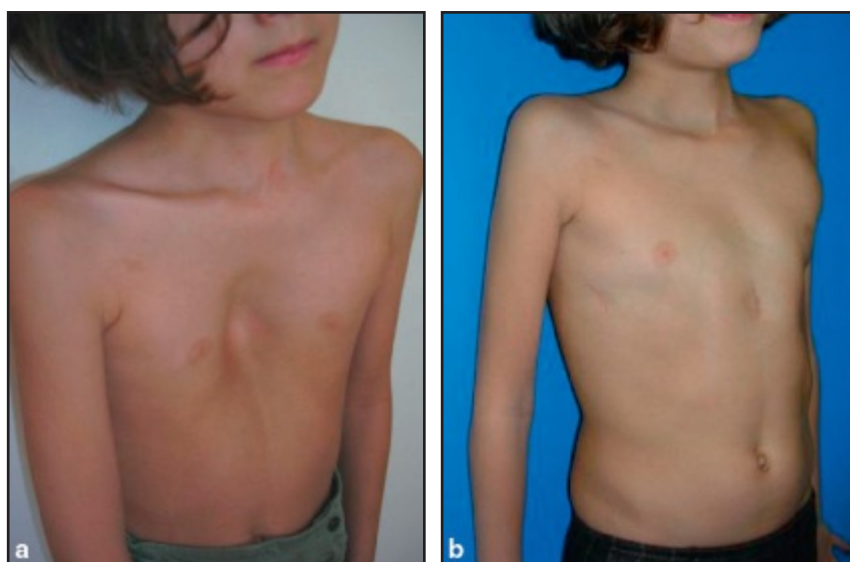


Fig. 34.9

Correction d'une forme majeure chez une enfant de 5 ans comprimant la bronche souche gauche corrigée par voie sous- et rétroxiphœidienne.

Aspects préopératoire (a) et postopératoire (b).

Pectus carinatum : technique chirurgicale

F. Lavrand, J.C.H. Wilde, P. Lascombes

PLAN DU CHAPITRE

Technique opératoire	240
Complications	242
Autres techniques	242

Le pectus carinatum est la deuxième déformation du thorax, touchant environ 0,3 % de la population, quatre garçons pour une fille. Sa cause est un excès de longueur des cartilages costaux avec une protrusion antérieure du sternum et des cartilages adjacents principalement du troisième au septième. Primitif ou secondaire dans le cadre d'affections syndromiques, il est le plus souvent noté lors de la poussée pubertaire et s'aggrave durant celle-ci. Dans 25 % des cas, un antécédent familial est retrouvé.

Les formes cliniques regroupent le pectus carinatum symétrique (57 %), asymétrique (31 %) avec rotation sternale, et associé au pectus excavatum. L'importance est mesurée grâce à l'index de Haller ($N = 2,56$).

L'objectif chirurgical est la correction définitive de la déformation. L'intervention menée vers la fin de la croissance limite le risque de récurrence. Elle comporte trois temps : le raccourcissement des cartilages, l'ostéotomie sternale et la fixation.

Les premières ostéosynthèses étaient des barres ou des broches. Puis les attelles agrafes ont été développées. Leur principal avantage est d'offrir au chirurgien une modularité parfaite. Nous décrivons ici la technique de Ravitch modifiée, avec utilisation des implants Stratos® (STRAsbourg Thorax Osteosynthese System). Un implant complet est constitué par deux raccords, rectilignes, angulés à 22,5° ou 45°, qui comportent les agrafes pour la fixation costale ; ils sont reliés par une attelle rectiligne présternale.

Technique opératoire

Sous anesthésie générale, le patient est installé en décubitus dorsal, les bras le long du corps. L'incision cutanée est (fig. 35.1) :

- horizontale en chevron : elle permet un abord large mais nécessite un décollement musculo-aponévrotique important vers le haut avec un risque de dénervation sensitive. Située dans le pli sous-mammaire, elle est privilégiée chez la fille ;
- médiane verticale de type sternotomie : directe sur le sternum, elle permet latéralement un abord suffisant. Nous la privilégions chez le garçon pour des raisons esthétiques évidentes ;
- à trois branches « Mercedes » : elle combine les deux précédentes et comporte un risque de nécrose cutanée.

Le décollement musculaire pectoral est assuré au bistouri électrique, l'hémostase est soigneuse. La face antérieure du sternum et des cartilages costaux est exposée sur toute la hauteur de la déformation. Les cartilages sont réséqués à la

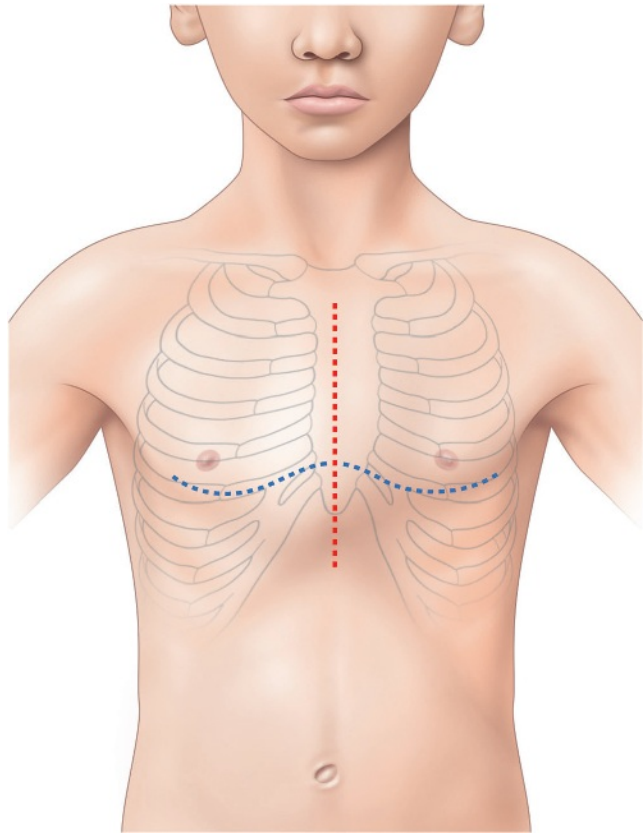
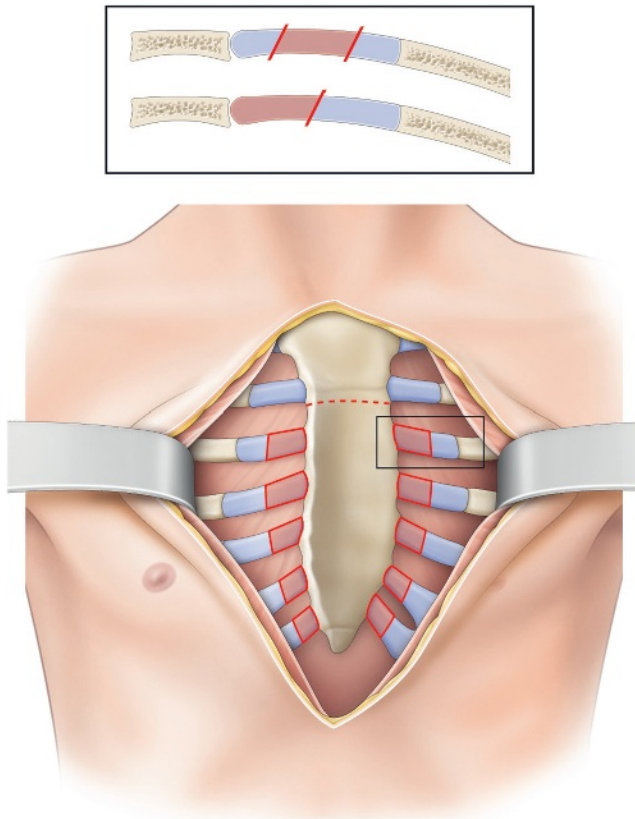


Fig. 35.1

Dessin des trois incisions : verticale médiane, sous-mammaire et en étoile.

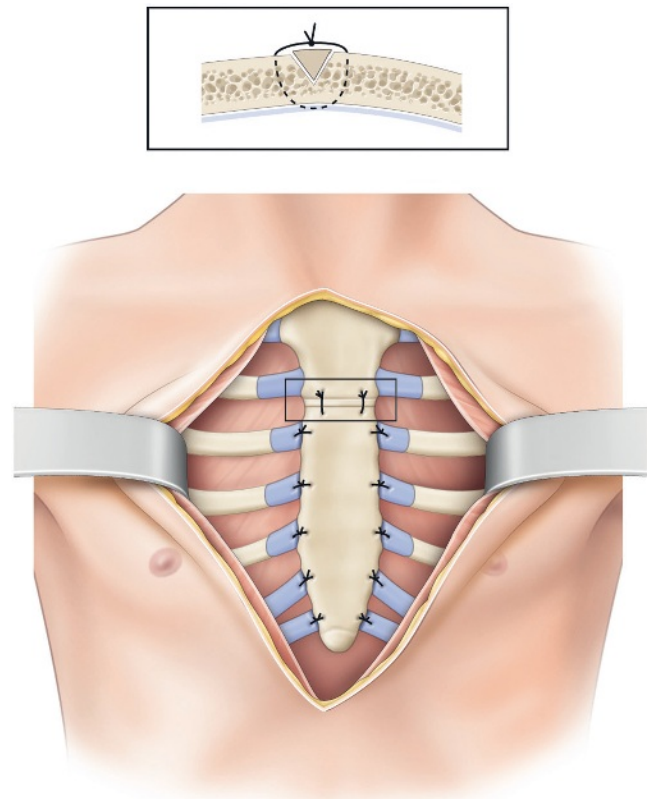
demande sur toute la hauteur de la déformation de part et d'autre du sternum après ouverture du périchondre en « H » et décollement de celui-ci incluant sa face profonde (fig. 35.2). Parfois, des sections cartilagineuses obliques sont réalisées pour améliorer la stabilité après leur suture. Les deux, trois derniers cartilages et l'appendice xiphoïde sont détachés de la partie basse du sternum. L'ostéotomie transverse du sternum est ensuite réalisée à la scie oscillante, juste au-dessus du niveau du cartilage réséqué le plus proximal. L'os cortical postérieur sternal est conservé comme une charnière. Une ostéotomie verticale est nécessaire dans les torsions sternales (fig. 35.3). Les cartilages sont recoupés à la demande pour obtenir une bonne correction. Ils sont ensuite réinsérés sur le sternum au moyen de fils. La même procédure est appliquée pour le processus xiphoïde et les derniers cartilages. Les buts de l'ostéosynthèse sont la stabilisation de la paroi et l'absence de déformation secondaire. Selon la morphologie du patient, des raccords droits ou angulés sont placés latéralement. L'insertion des agrafes costales nécessite de dégager le rebord costal sur une longueur adéquate. Les raccords sont fixés aux côtes au moyen des pinces de serrage. Les attelles sont placées en avant du

**Fig. 35.2**

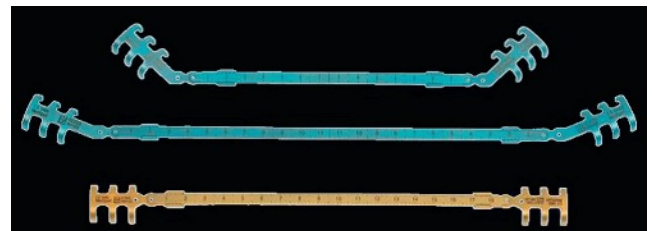
Incision verticale médiane. Les muscles pectoraux sont réclinés de chaque côté. Dissection de la face antérieure du sternum, des cartilages costaux et des côtes sur lesquelles s'appuient les agrafes. Résection à la demande des cartilages. Trait d'ostéotomie du sternum à sa partie proximale.

sternum et elles sont ensuite insérées dans les raccords, puis serties dans la position voulue (fig. 35.4). Il est possible à ce moment de donner de la compression avant le sertissage pour obtenir la meilleure correction. L'attelle peut aussi être cintrée pour donner plus d'appui sur la face antérieure du sternum. L'intérêt de ce matériel est sa très grande stabilité, sa facilité d'utilisation et la possibilité de le modeler selon les nécessités de la correction (fig. 35.5). Le sertissage à la pince des agrafes et des raccords est vérifié à la pince.

Un lavage de la région opératoire est effectué avant la fermeture. Il permet de vérifier l'absence de pneumothorax. Si tel est le cas, un drainage habituel est assuré. Les muscles grands pectoraux et abdominaux sont rapprochés et suturés sur la ligne de manière à recouvrir tout le matériel d'ostéosynthèse. Des drains sont disposés de part et d'autre du sternum et ils sont montés sur un système de drainage pleural afin d'éviter les dépressions trop importantes. Le plan sous-cutané est suturé au fil non résorbable. La fermeture cutanée peut consister en un surjet intradermique au fil de type Monocryl® ou une colle dermique associée à un treillis (Dermabond®, Prineo®).

**Fig. 35.3**

Ostéosuture de l'ostéotomie sternale dont l'ouverture est maintenue par des coins de cartilage prélevés sur les cartilages costaux. Suture des cartilages costaux.

**Fig. 35.4**

Attelles agrafes Stratos®.

Les raccords ont des angles différents : 0°, 22,5° et 45°. Leur forme peut être adaptée à la morphologie souhaitée de la cage thoracique.

Le traitement antalgique est assuré. Une anesthésie péri-durale thoracique a pu éventuellement être discutée auparavant avec les médecins anesthésistes. Le plus souvent, une PCA (*patient controlled analgesia*) de morphine postopératoire est suffisante pendant les 48 premières heures. Ensuite, le relais est pris par l'association ibuprofène-paracétamol. Selon les douleurs, un ajout d'hydromorphone ou de tramadol peut être prescrit.

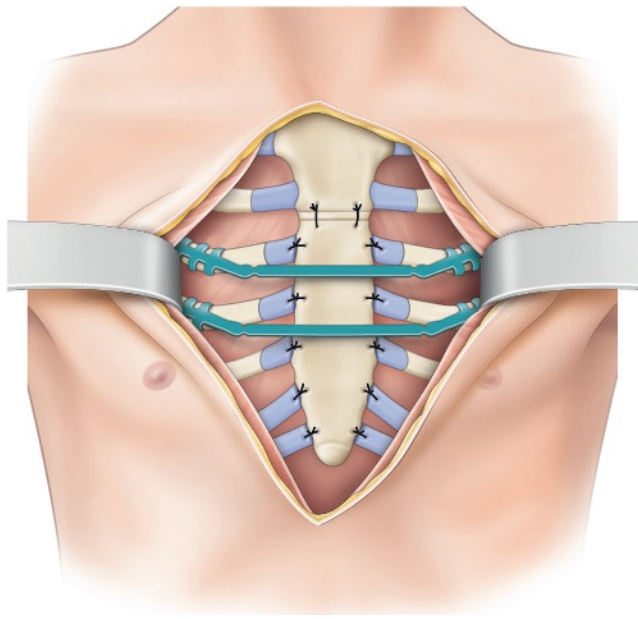


Fig. 35.5

Installation de deux barres attelles agrafes : les agrafes sont serties sur les côtes, tandis que la barre présternale pousse le sternum vers l'arrière.

En postopératoire immédiat, une radiographie thoracique vérifie l'absence de pneumothorax et permet le contrôle des implants (fig. 35.6). La position assise est rapidement autorisée et une kinésithérapie respiratoire est prescrite. Le premier lever se fait dès que possible, au plus tard le lendemain, les drains sont retirés vers le 2^e–3^e jour et la sortie est autorisée selon l'évolution. L'arrêt scolaire est en moyenne de 15 jours et l'arrêt sportif de 6 mois. Une rééducation respiratoire est poursuivie quelques semaines, ainsi qu'une rééducation du rachis, visant à éviter les positions en cyphose. Quant à la fonction des épaules, elle redevient normale en quelques semaines, après la cicatrisation de la suture des muscles grands pectoraux.

L'ablation du matériel est prévue entre 6 et 12 mois après l'intervention et elle peut être envisagée en ambulatoire.

Complications

Les complications peropératoires sont essentiellement le pneumothorax. Une lésion artérielle mammaire interne ou intercostale est possible. En postopératoire immédiat, les nécroses cutanées sont secondaires à une dévascularisation. Une infection profonde est toujours possible ainsi que des problèmes cutanés mineurs. À distance, la rupture des implants est inéluctable si ces derniers sont laissés en place trop longtemps. C'est la raison pour laquelle leur ablation est recommandée autour d'une année postopératoire.

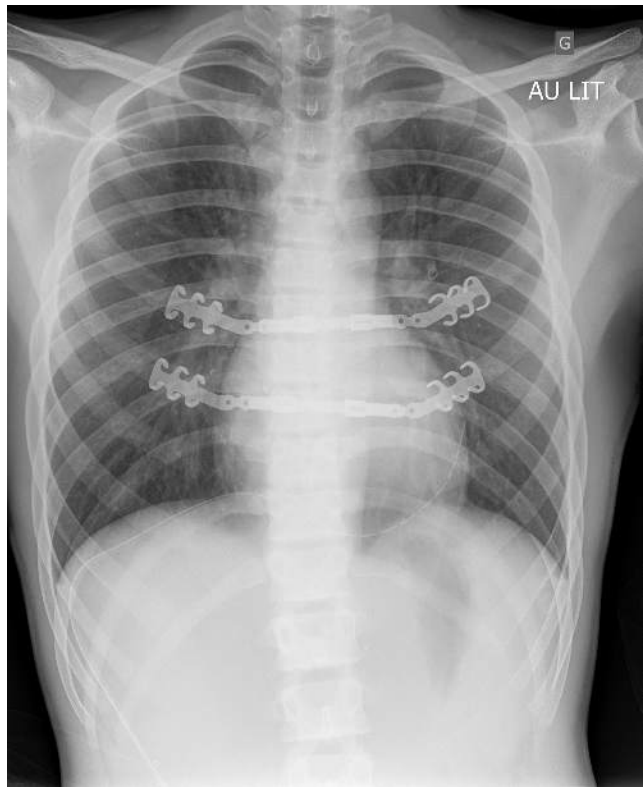


Fig. 35.6

Radiographie pulmonaire postopératoire.

Autres techniques

Une technique élégante consiste à réséquer les cartilages trop longs par voie endothoracique, c'est-à-dire sous thoracoscopie. Le patient est installé en décubitus latéral, du côté opposé à la déformation. Par voie endothoracique, le péri-chondre est ouvert au crochet monopolaire, la résection chondrale est effectuée à la demande. Le point important est le bon repérage des cartilages à réséquer. Une autre technique décrite est celle d'Abramson ou dite *reverse Nuss*. Elle consiste à placer en sous-cutané et en présternal une barre de type barre de Nuss qui est fixée latéralement sur les côtes par des fils métalliques. Cette technique nécessite un thorax souple et s'adresse donc aux jeunes patients. Elle est toutefois concurrencée par les techniques de compression externe.

La ceinture thoracique offre une grande facilité d'utilisation et une bonne acceptation par les patients. Le protocole de Martinez-Ferro associe une compression contrôlée par une mesure de pression au moyen d'un capteur fixé sur la brassière. Avec un port de minimum 7 h par jour pendant 7 mois, le taux de réussite est excellent avec plus de 80 % de bon et très bon résultat.

Postface

Il existe au sein de l'École française d'orthopédie pédiatrique une culture bien ancrée de la prise en charge orthopédique et chirurgicale des pathologies rachidiennes de l'enfant et de l'adolescent. Ce livre en est le reflet.

Le nombre de chirurgiens qui ont participé à sa rédaction en est une preuve.

Coordonner cet ouvrage avec des collègues-amis, membres de la SoFOP et du GES pour la plupart, fut un réel plaisir.

Nous remercions tous les auteurs pour leur collaboration.

Nous tenons également à remercier nos Maîtres qui nous ont permis d'être des « *amoureux passionnés du rachis* ».

Nous espérons que la lecture de ces chapitres donnera à tous les chirurgiens, du plus jeune au plus aguerri, les armes techniques pour soigner au mieux les enfants qui leur sont confiés. Nous remercions pour leur collaboration efficace les personnes qui ont participé à cet ouvrage : Peggy Lemaire, Armelle Amouroux, Françoise Methiviez, Valentine Robin-Prévallée, Clémence Grobocopatel, Cyrille Martinet.

Christian Morin,
Jérôme Sales de Gauzy,
Jean-Luc Jouve